



Das Lebensministerium



Waldzustandsbericht 2001

Freistaat  Sachsen

Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Inhalt Waldzustandsbericht 2001

(Waldschadensbericht nach § 58 SächsWaldG)

	Seite
Waldzustand im Überblick	1
Vorbemerkungen	5
Grundlagen	6
Rahmenbedingungen für den Waldzustand 2001	8
• Witterung	8
• Immissionen/Stoffeinträge/Critical Loads	11
Waldzustand 2001	16
• Allgemeine Schadsituation	16
• Schäden an den Hauptbaumarten	17
• Regionale Ausprägung der Schäden	25
10 Jahre Waldumbau in Sachsen	27
Anhang	34
• Tabellarische Übersichten	34
• Literaturverzeichnis	U 3

Im Jahr 2001 sind in Sachsen die Waldschäden weiter zurückgegangen: **15 % der Waldfläche** wurden als **deutlich geschädigt**, 45 % als schwach geschädigt und 40 % ohne erkennbare Schadmerkmale ausgewiesen. Der bereits im Vorjahr beobachtete Trend einer Verbesserung des Belaubungs-/Bendelungszustandes der Bäume setzte sich fort. Bei der diesjährigen Begutachtung von 6 840 Bäumen in 285 Waldbeständen wurde der geringste Anteil deutlicher Schäden des vergangenen 11-jährigen Beobachtungszeitraumes registriert.

Die **Trends** bei den Nadel- und Laubbaumarten verlaufen weiterhin gegenläufig. Hinsichtlich der einzelnen Baumarten bzw. -gruppen stellt sich die Situation wie folgt dar:

Die in sächsischen Wäldern dominierende Baumart **Fichte** ist zu 13 % deutlich geschädigt. Damit hat sich der Wert gegenüber dem Vorjahr um weitere 7 Prozentpunkte verringert und weist den niedrigsten Wert des gesamten Erhebungszeitraumes auf. Diese positive Entwicklung resultiert zum einen aus der deutlichen Abnahme der „klassischen“ Belastung durch SO_2 , zum anderen aus den für das Wachstum und die Vitalität der Wälder günstigen Witterungsbedingungen. Zudem traten in Fichtenbeständen kaum nadelfressende Insekten auf. Der Befall durch Borkenkäfer – insbesondere durch den Buchdrucker – nahm im Vergleich zu den Vorjahren ab.

Die **Kiefer** als zweithäufigste Baumart in den sächsischen Wäldern hat auch im Jahr 2001 ihr niedriges Schadniveau beibehalten. Mit einem Anteil deutlicher Schäden von 9 % ist sie gegenüber den anderen Baumarten vergleichsweise gering geschädigt. Die Kiefern in Nordwestsachsen weisen jedoch einen ungünstigeren Kronenzustand auf als in Ostsachsen. In der Zunahme des Anteils schwach geschädigter Kiefern dokumentieren sich vermutlich kurzzeitige Ereignisse, wie etwa verstärkte Blüte und Fruktifikation. Kleinflächig traten nadelfressende Insekten auf. Der Befall durch stamm- und rindenbrütende Insekten führte zu lokal begrenztem Absterben von Einzelbäumen und kleineren Baumgruppen.

Die **Eiche** liegt mit 47 % deutlichen Schäden um 32 Prozentpunkte über dem Befund aller Baumarten. Auf nur noch 9 % der Fläche sind die Eichen gesund. Obwohl die deutlichen Schäden im Vergleich zum Vorjahr abgenommen haben, übertreffen sie noch immer das Niveau vom Anfang der 90er Jahre. Aufgrund des anhaltenden Rückganges der Fraßschäden durch Wickler- und Frostspanner-Arten hatten sie kaum Einfluss auf den diesjährigen Belaubungszustand der Eichen. Zur Schadensverminderung haben sicherlich die erheblich geringere Belastung durch Insekten sowie die günstigen Witterungsbedingungen im Verlauf der letztjährigen Vegetationsperioden beigetragen.

Die deutlichen Schäden bei der **Buche** erhöhten sich von 4 % (1991) auf 27 % (2001). Allein gegenüber dem Vorjahr stieg dieser Anteil um weitere 2 Prozentpunkte an, während der Anteil gesunder Buche um 9 Prozentpunkte abnahm. Es ist davon auszugehen, dass in den zurückliegenden Jahren die Buchenbestände neben der Belastung durch sich verändernde Schadstoffkomponenten auch durch Witterungseinflüsse und wiederholte Fruktifikation in ihrer Vitalität beeinträchtigt wurden.

Der Anteil deutlicher Schäden in den einzelnen **Wuchsgebieten** schwankt von 11 % im Vogtland bis 34 % im Sächsisch-Thüringischen Löss-Hügelland und lässt damit erhebliche lokale Unterschiede erkennen. Einen regionalen Schadschwerpunkt stellt das Wuchsgebiet Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland dar. Diese Situation ist in erster Linie auf den schlechten Kronenzustand der dort dominierenden Laubbaumarten zurückzuführen. Im Erzgebirge, dem walddreichsten Wuchsgebiet Sachsens, hat sich in diesem Jahr der Zustand des Waldes wiederum spürbar verbessert. Der Flächenanteil deutlicher Schäden erreicht mit 16 % fast den Landesdurchschnitt und ist auf den geringsten Wert seit Beginn der Erhebungen gesunken. Die Schadausprägung ist innerhalb des Wuchsgebietes jedoch differenziert. In allen übrigen Wuchsgebieten liegt der Flächenanteil deutlicher Schäden zwischen 11 und 14 %.

Die Schwefeleinträge und die damit gekoppelten Säurebelastungen sind besonders in den vormals hoch belasteten Regionen des Erzgebirges stark

zurückgegangen und haben mittlerweile ein europaweit vergleichbares Niveau erreicht. Demgegenüber sind die ökosystemaren Belastungen aus eingetragenen Stickstoffverbindungen weiterhin hoch und übertreffen vielerorts die ehemals dominierende Schwefelbelastung.

Der Wandel der Stoffbelastung in den Wäldern lässt sich auch in den **Waldböden** bis in das **Sicker- und Quellwasser** verfolgen. Auch dort kann ein Rückgang der Schwefelgehalte und ein Anstieg der pH-Werte festgestellt werden. Diese Entwicklung wird allerdings häufig überlagert durch einen Prozess der Mobilisierung von Schwefelvorräten aus den Waldböden, von denen sie in der Vergangenheit in großen Mengen gespeichert wurden. Die laufenden S-Austräge der Waldböden betragen oftmals ein Vielfaches der aktuellen S-Einträge. Die teilweise erheblichen Nitratausträge mit dem Sickerwasser sind Hinweis auf eine verbreitete Stickstoffsättigung der Wälder.

Hinsichtlich der Schwefelbelastung zeigen auch die Überschreitungen der für Waldökosysteme langfristig tolerierbaren **kritischen Belastungsraten** (Critical Loads) eine deutlich positive Entwicklung und belegen den Belastungswandel der letzten Jahre. Im Landesdurchschnitt hat sich in den sächsischen Wäldern seit 1995 der durch Schwefel- und Stickstoffverbindungen induzierte Versauerungsdruck auf etwa ein Drittel verringert, während die gestiegene Bedeutung der Stickstoffverbindungen durch einen zunehmenden Anteil an der ebenfalls rückläufigen Gesamtsäurebelastung von 21 auf 36 % dokumentiert wird.

Waldumbau und **Waldschadenssanierung** sind wichtige Instrumente, um die nachhaltige Sicherung aller Waldfunktionen zu gewährleisten. Aufbauend auf den Erfahrungen der Vergangenheit wurden diese Aktivitäten im Rahmen eines in Sachsen 1990 beschlossenen Waldumbauprogrammes erheblich intensiviert. Sie führen aber letztendlich nur zum Erfolg, wenn es gelingt, die Luftschadstoffbelastungen in verträglichen Grenzen zu halten.



In 2001 forest damage in Saxony has further decreased. **15 % of the Saxon forest area** were assessed as **visibly damaged** and other 45 % as slightly damaged. 40 % were apparently undamaged (values for 2000: 19 %; 37 %; 44 %, respectively). The trend towards an improvement of foliage, which was found already in the previous year, continues.

The current year's assessment including 6 840 trees and 285 forest stands shows the hitherto lowest proportion of visibly damaged trees over all the investigation period beginning with 1991.

Tendencies for coniferous and deciduous trees are still opposite. With regard to different tree species and tree species groups the situation is as follows:

For **spruce**, which is the dominant tree species in Saxon forests, the percentage of visibly damaged trees amounts to 13, which means a reduction of 7 in comparison with the previous year.

This is the lowest value of the whole investigation period.

This positive development results on one hand from a clear reduction of the "classical" SO₂ immissions and on the other hand from weather conditions which were favourable to growth and vitality of forests. Beyond this, there were nearly no insects feeding on spruce needles. Infestation with bark beetle (*Scolytidae*), particularly bark scarabee (*Ips typographus*), decreased compared to previous years.

Pine, the second most frequent tree species in Saxon forests, kept its low level of damage in the current year. Visibly damaged stands range with 9 % low compared to other tree species. However, pines in north-west Saxony show a less favourable canopy state than those in eastern Saxony.

The increased proportion of slightly damaged pines may be related to short-term events, e.g. increased flowering and cone-bearing. Beyond this, insects feeding on needles occurred in some small areas. Insects brooding in trunk and bark led locally to a die-back of single trees and small groups of trees.

Oak species, for which the visibly damaged stand area amounts to 47 %, surpass the total of all other tree species by 32 percent points.

On only 9 % of the oak-stand area trees were considered healthy. Although visible damage decreased compared to the previous year, its level is still higher than in the early nineties. Foliage feeding by leaf-roller (*Tortrix viridana*) and frost-looper (*Operophtera spec.*) has further declined and is, therefore, unimportant for this year's foliage. Damage reduction appears to be related to considerably reduced insect feeding as well as to favourable weather conditions during the last growing-seasons.

For **beech** the proportion of visible damage increased from 4 % (1991) to 27 % (2001). Compared with last year there was a further increase by 2 percent points, whereas the proportion of healthy beech stands fell by 9 percent points.

It must be assumed that in most recent years vitality of beech stands suffered from changing pollution components as well as from weather-related influences in connection with repeated, excessive fruiting.

The proportion of visible damage depends on the **growth area**. It varies from 11 % in the Vogtland to 34 % in the Saxon-Thuringian loess hill region, so that large local differences occur.

A regional centre of damage is the growth area »Saxon-Thuringian loess hills« with its predominant deciduous trees, which show considerable top-thinning.

In the Erzgebirge, which has the highest forest covering of all growth areas, the state of the forests improved clearly once again. The proportion of visible damage fell to 16 %. That is only slightly more than the Saxon average and means the lowest value since the beginning of assessments. However, the degree of damage varies widely within this growth area.

In all other growth areas the forest area proportion with visible damage ranges between 11 and 14 %.

Sulphur **input** and consequent acidification have strongly decreased, particularly in the formerly severely damaged regions of the Erzgebirge.

Meanwhile their level can be compared with values which are common all over Europe. On the other hand strain by nitrogen input on forest ecosystems is still high and in many places even higher than the former one by sulphur.

The alteration of immission pressure in forests can be traced in **forest soils** up to **leakage water and spring water**, where a decline of sulphur content and acidity is obvious. However, this development is frequently overlapped by mobilisation of sulphur, which was abundantly stored in forest soils due to immission in the past. Sulphur leaching from forest soils is now often several times higher than the current sulphur input.

Furthermore, there may be considerable nitrogen leaching via leakage water pointing to widespread nitrogen saturation of forests.

As to the impact of sulphur immissions **critical loads** (= thresholds which can be tolerated by forest ecosystems on a long-term basis) became less exceeded. This positive development indicates an alteration of stress during the last years. As an average for Saxony the acidification pressure by sulphur and nitrogen compounds has fallen to one third, whereas the growing importance of nitrogen compounds resulted in a rise of their part in total acidification from 21 to 36 %.

Forest conversion and **forest restoration** are important instruments for securing all forest functions with a lasting effect. Based on experience from the past, these activities were considerably intensified within the framework of a forest conversion programme having been issued in 1990. In the end they will succeed only if air pollutant immissions can be kept below bearable thresholds.



Po kozen les v Sasku se v roce 2001 dle snížení, evidence vykazuje 15 % z etelní, 45% lehce po kozen a 40 % zdrav lesní plochy. Již v ložském roce zjištěl postup zlepšujícího stavu olivní se v letošním roce opět zlepšoval.

Pro letošní evidenci bylo vyhodnoceno 6840 stromů v 285 porostech. Podíl z etelní po kozených stromů byl nejvyšší v posledním jedenáctiletém pozorovacím období. Vůvoj po kozen listná prouhové srovnání s jehličnatými nadleprotismí.

Jednotlivé eviny, nebo skupiny stromů vykazují následující stav po kozen:

V saských lesích převládající smrk vykazuje 13 % z etelní po kozených stromů. Tímto se následek posledního roku snížení o dalších 7 %, což je nejlepší následek celého pozorovacího období. Tento pozitivní následek je způsoben hlavně znatelným bytkem oxidu siřičičného. Mírně povrchová podmínky zlepšily růst a vitalitu lesních porostů.

Listová a podkorní hmyz, hlavně krovec, způsobil ve srovnání s ložským rokem méně škod.

Iborovice, druh nejhlavnější dřeviny saských lesů, podléhá nízkému stupeň po kozen. Podle 9 % z etelní kod je ve srovnání s jinými dřevinami velice málo po kozen. Borovice v severozápadní části Sasky vykazují horší koruny stromů než ve východní části. Ve zvlášť podlé slabě po kozených borovic se zrodil krátkodobá škodlivost jako třeba zvlášť rozkvěta nebo fuktifikace. V borovicích porostech došlo k lokální omezení růstu jehlic. Napadení dřevokaznou a podkorním hmyzem způsobilo ojedlině celou jednotlivých stromů nebo i menších skupin.

Krovec, kod na dubu leží s 47 % znatelně o 32 procent nad hladinou kod ostatních dřevin. Pouze 9 % porostů dubu je zdravých. I když se z etelní kod v porovnání s ložským rokem sníží, přesahuje již hladinu kod po třech dekadách let. Snížení růstu ráho hmyzu, obale a papelek se

neprojevílo znatelně na stavu olivní dubu. Celkově snížení kodů v dubových porostech je jisté způsobeno požívaním povrchových podmínek a snížením růstu ráho hmyzem během vegetačního období.

Z etelní kodů na buku, kterých dosahovaly v roce 1991 téměř procenta, se v roce 2001 zvýšily na 27 %. Oproti ložskému roku se kodů zvýšily o dvě procenta, naproti tomu se podle zdravých stromů snížení o 9 %. Právě podobně byl v posledních letech zdravotní stav bukových porostů ovlivněn, ovšem jednak znatelně kodlivými, jako i požívaním povrchových podmínek a intenzivní fruktifikací.

Podíl z etelní kodů na jednotlivých úrovních stanoví, že se pohybuje mezi 11 % v západní části Sasky (Vogtland) a 34 % Sasko-turských pahorkatinních a vykazuje tímto značný rozdíl.

Regionální tít kodů vykazují Sasko-turské pahorkatiny. Tato situace je v prvé řadě způsobena patrně stavem korun zde převládající listná. V Krušných horách, zejména hleď lesní oblasti, se zdravotní stav lesů opět citelně zlepšil.

Podle ploch z etelní kodů dosahuje 16 %, pohybuje se tímto v zemské průměru a vykazuje tímto nejlepší zvlášť hodnotu pozorovacího období.

Intenzita kodů na úrovních ploch je v ak velice rozdílná. V ostatních úrovních stanoví, že podle podíl ploch s výraznými kodami mezi 11 a 14%.

Znatelně srovnání zplodin a s tím spojený zatížení lesních porostů ve velice postižených oblastech Krušných hor se minulostí podstatně sníží a dosahuje toho úrovně evropské průměru. Oproti tomu je zatížení dusíkem zplodin nadle ná vysoké úrovně a přesahuje množství bovalní hodnoty srovnání.

Znatelně v zatížení lesních porostů kodlivými látkami lze pozorovat na lesní půdě jako i na prosíkové a pramenitých vodách. I zde je možné zjistit bytkem síry a kyseliny. Tento vůvoj je v této době podmíněný mobilizací zsoberů, kterých v minulosti dohazovala lesní půda. Během vyplavení síry z lesních půd přesahuje nyní mnohonásobně aktuální hodnoty vnitřní. Stejně znatelně, prosíkové vodou vyplavené dusíkové dle kaz prorozsahlané lesní půdy tímto prvkem.

Přesahující zatížení lesních ekosystémů srovnání ukazuje dlouhodobě možnost souhlasu s podlé kritického zatížení (Critical Loads), což je dle kaz pozitivní zvlášť zatížení posledních let. V zemské průměru se v lesích Sasky od roku 1995 zakyselení půdy dle sledku zatížení srovnání a dusíkem sníží o jednu třetinu. Oproti tomu je výkonně zvlášť inek dusíkem sloučenin na půdě zakyselení půdy z 21-ti procent na 36 %.

Přeměna a sanace lesa jsou dřívějšími stroji protřvalými zajištěnými vech funkce lesa. Na základě zskaných zkušeností byly tyto činnosti v Sasku, v souladu s programem rekonstrukce lesa z roku 1990, intenzivně realizovány. Společně to přece bude ale jenom zaručené, když se povede přesober emisí na přirodní prostředí udržet ve snížených hranicích.



W roku 2001 w Saksonii uszkodzenia lasu uległy dalszemu zmniejszeniu: na 15 % powierzchni uszkodzenia lasu sklasyfikowano jako średnie, 45 % powierzchni wykazywało słabe uszkodzenia, a na 40 % powierzchni nie stwierdzono symptomów uszkodzenia (wartość dla 2000 roku wynosiła odpowiednio: 19 %, 37 % i 44 %). Tendencja poprawy stanu ulistnienia koron drzew, którą zaobserwowano już w ubiegłym roku, utrzymuje się nadal. W wyniku tego rocznej oceny, przeprowadzonej na 6840 drzewach w 285 drzewostanach, stwierdzono najmniejszy od 11 lat udział uszkodzeń średnich.

Tendencje zmian uszkodzeń w różnych gatunkach iglastych i liściastych nadal są przeciwstawne. W odniesieniu do poszczególnych gatunków w badanych grupach sytuacja przedstawia się następująco:

Wierk, który w lasach Saksonii jest gatunkiem dominującym, na 13 % powierzchni wykazuje średni stopień uszkodzenia. Wartość ta odnosi się w stosunku do ubiegłego roku o dalsze 7 punktów procentowych i jest najniższa, co doprowadzony jest monitoring uszkodzeń drzewostanów. Taka pozytywna zmiana wynika z jednej strony ze znacznego spadku klasycznego obciążenia emisjami SO_2 , a z drugiej strony jest spowodowana warunkami pogodowymi, korzystnymi dla wzrostu drzewostanów i dla poprawy ich witalności. Ponadto w drzewostanach wierkowych bardzo rzadko występują owady liściocerne. Gradacje korników (*Scolytidae*), zwłaszcza kornika drukarza (*Ips typographus*), zmniejszyły swoje nasilenie w stosunku do lat poprzednich.

Sosna, która jest drugim co do częstości występowania gatunkiem w lasach Saksonii, w roku 2001 nadal wykazywała niski poziom uszkodzeń. Udział uszkodzeń średnich wynosi, dla sosny 9 %, co daje jej pozycję gatunku niezbyt silnie uszkodzonego na tle pozostałych gatunków w objętych monitoringiem. Sosny w północno-zachodniej części Saksonii wykazują przy tym bardziej niekorzystny stan koron niż we wschodniej Saksonii. Wzrost udziału średnio uszkodzonych sosen tłumaczy się prawdopodobnie takimi czynnikami, jak wzmocnienie kwitnienia i fruktyfikacja. Ponadto na niewielkich powierzchniach występowały owady liściocerne.

Opanowanie przez owady skądącej się w pniu i korze spowodowało obumieranie pojedynczych drzew lub grup drzew, występujące lokalnie. 47 % powierzchni drzewostanów w różnych miastach w klasie uszkodzeń średnich, wartość przekracza o 32 punkty procentowe przeciętne uszkodzenia odnoszące się do wszystkich gatunków. Jedynie 8 % powierzchni drzewostanów w różnych stanowią drzewostany zdrowe. Udział uszkodzeń średnich zmniejszył się co prawda w stosunku do roku ubiegłego, jednak nadal przekracza poziom z początku lat 90. Na stan ulistnienia koron w dębie w tym roku nie wywarły prawie żadnego wpływu ery zwłoki zieloneczki (*Tatix viridana*) i pieńk (*Qercophtera spec.*) gdyż tendencja do zmniejszania się ich liczebności w nadal utrzymuje się. Do spadku poziomu uszkodzeń dębu przyczyniły się, obok znacznego ograniczenia szkód spowodowanych przez owady, także korzystne warunki pogodowe, jakie występowały w czasie sezonu wegetacyjnego w ubiegłych latach.

Udział średnich uszkodzeń buka zwiększył się z 4 % (1991) do 27 % (2001). W stosunku do roku ubiegłego udział, ten wzrósł o 2 punkty procentowe, natomiast udział zdrowych buków zmniejszył się o 9 punktów procentowych. Należy zaznaczyć, że w ubiegłych latach do odnotowania witalności buków, obciążenia przez emisje zmieniającymi się skądzie, przyczyniły się także i wpływy pogodowe i powtarzająca się fruktyfikacja.

Udział uszkodzeń średnich w poszczególnych dzielnicach przyrodniczo-leśnych waha się od 11 % w dzielnicy Vogtland do 34 % na lessowym Pogórzu Saksońsko-Turyńskim i wykazywała, tym samym znaczne zróżnicowanie lokalne. Regionalne centrum największych uszkodzeń stanowi dzielnica Pogórza Lessowego Saksońsko-Turyńskiego. Sytuacja ta wynika głównie z tego stanu koron dominujących tam gatunków liściastych.

W Gmachu Kruszcowych, najbardziej leśnej dzielnicy Saksonii, stan lasu uległ w 2001 roku ponownie wyraźnej poprawie. Jakkolwiek rozkład uszkodzeń na obszarze tej dzielnicy jest znacznie zróżnicowany. Udział uszkodzeń średnich spadł do 16%, osiągnął najniższą wartość w tym regionie od początku inwentaryzacji uszkodzeń, zbliżoną do średniej wartości dla Saksonii. We wszystkich pozostałych dzielnicach przyrodniczo-leśnych udział uszkodzeń średnich waha się od 11 do 14 %.

Depozycja siarki i związana z nią zakwaszenie znacznie zmniejszyły się, zwłaszcza w silnie obciążonym w przeszłości regionie Gór Kruszcowych, i w międzyczasie zbliżyły się do poziomu charakterystycznego dla Europy. Natomiast nadal wysokie obciążenie ekosystemów przez zmagazynowane w nich związki azotu, w wielu miejscach osiągnęły wartość, która dominuje przed laty obciążenie związkami siarki.

Odwrócenie trendu w obciążeniu środowiska leśnego przez emisje można przełedzi także w glebach leśnych, a do wody przesiąkającej i odpływającej z ciekami. Również tutaj daje się stwierdzić spadek zawartości siarki i stężenia zakwaszenia. Na tendencję taką, która jednak często proces uruchamiania zasobów siarki zmagazynowanych w przeszłości w dużych ilościach w glebach leśnych. Biegnąc odpływ siarki z gleb leśnych przewyższa często kilkakrotnie aktualną depozycję siarki. Poziom odpływ azotu z wodą przesiąkającą w wielu przypadkach znaczny, co wskazuje na do powszednie występowanie podwyższonej zawartości związków azotu w ekosystemach leśnych.

Odwrócenie trendu w obciążeniu środowiska leśnego związkami siarki i azotu znajduje potwierdzenie także w jednoznacznie pozytywnych zmianach poziomu przekroczenia krytycznych wartości obciążenia związkami siarki (Critical Loads). Średnio w całej Saksonii presja na zakwaszenie gleb leśnych wywołana przez związki siarki i azotu zmniejszyła się od 1995 roku trzykrotnie. Jednocześnie nie wzrósł udział, u całkowitego obciążenia jonami zakwaszającymi z 21% do 36% wskazuje na rosnący związek w azotu.

Przebudowa drzewostanów i usuwanie uszkodzonych ekosystemów w leśnych stanowią ważne instrumenty dla trwałego zapewnienia spełniania przez lasy wszelkich ich funkcji. Działania w ramach programu przebudowy lasu, przyjętego dla Saksonii w 1990 roku, zostały dzięki wcześniejszym doświadczeniom znacznie zintensyfikowane. Jednak będą one mogły odnieść zamierzony skutek tylko wtedy, gdy obciążenie atmosfery szkodliwymi substancjami udało się utrzymać w dopuszczalnych granicach.

Vorbemerkungen

In Sachsen sind die Waldschäden in diesem Jahr weiter zurückgegangen. Damit setzt sich der bereits im Waldzustandsbericht des Jahres 2000 dokumentierte Trend fort. Neben umfangreichen Waldsanierungsmaßnahmen ist vor allem die deutlich sauberere Luft der Hauptgrund für diese erfreuliche Entwicklung.

Der Freistaat Sachsen hat in den vergangenen 10 Jahren für die Erforschung der komplexen Zusammenhänge ein modernes Wald- und Luftmonitoringsystem aufgebaut. Die Stoffeintragsmessungen auf den Dauerbeobachtungsflächen der Forstverwaltung zeigen in Verbindung mit den Daten des Luftmessnetzes der Umweltverwaltung, dass sich in den sächsischen Wäldern neben dem Rückgang der Schadstoffbelastung eine Veränderung der Luftschadstoffe von Schwefelverbindungen, die in der Vergangenheit eine große Rolle spielten, hin zu Stickstoffverbindungen und Ozon vollzieht. Die Auswertungen weisen auf ein komplexes Ursachensystem aus Umweltbedingungen und Stressfaktoren hin. Diese können nacheinander, gleichzeitig oder summarisch auf Waldbestände wirken und damit verschiedene ökologische Reaktionen bei den Bäumen hervorrufen.

Waldumbau und Waldschadenssanierung werden in Sachsen behutsam und mit wirtschaftlichem Mitteleinsatz als Langzeitaufgabe durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine notwendige Zukunftsvorsorge sowohl für die Waldbesitzer als auch für die Allgemeinheit. Unter den heutigen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen führt dabei kein Weg am langfristigen Waldumbau, d. h. an der stärkeren Ausrichtung der Forstbetriebe auf naturnahe Waldbewirtschaftungsmethoden, vorbei.

Trotz aller Anstrengungen der Forstverwaltung und der Waldbesitzer beim Waldumbau und der Sanierung geschädigter Wälder sind zukünftig Beeinträchtigungen des Waldzustandes, z. B. durch Stürme oder Klimaveränderungen, nicht auszuschließen. Die Ausrichtung auf größere Vielfalt und Naturnähe soll helfen, mögliche Störungen in ihren Auswirkungen zu begrenzen.

Der Freistaat Sachsen wird auch weiterhin alle Anstrengungen zur Erhöhung der Stabilität und Vitalität des Waldes und zum Schutz der Waldböden unternehmen, damit sich der in den letzten Jahren abzeichnende Trend der Verbesserung des Waldzustandes in den nächsten Jahren weiter fortsetzt.



Steffen Flath

Grundlagen der Waldzustandserfassung

Die Einrichtung eines europaweiten Waldzustandsmonitorings geht zurück auf die Ratifizierung des Übereinkommens über weiträumige Luftverunreinigungen (Genfer Luftreinhaltekonvention der UN/ECE von 1979). Damit wurden erstmals die vielfältigen Auswirkungen von Luftverunreinigungen offiziell anerkannt und gleichzeitig ein Exekutivorgan geschaffen, das 1984 das Internationale Kooperationsprogramm zur Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP Forests) ins Leben rief. Im Jahre 1986 stimmten die Europäische Kommission und die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU) überein, ein europäisches Waldzustandsmonitoring einzuführen.

Level I

Ein europaweit systematisch eingerichtetes Inventurraster von 16 x 16 km mit teilweise weiterer Verdichtung in den Mitgliedsstaaten bildet die Grundlage der Datenerfassung. Dieses großflächige Untersuchungsnetz der unteren Intensitätsstufe entspricht dem Level-I-Programm und umfasst die jährliche Kronenansprache der Waldzustandserhebung (WZE) und die bisher einmalig durchgeführte Bodenzustandserhebung (BZE). Ziel ist die Gewinnung von Erkenntnissen über die räumlichen und zeitlichen Veränderungen des Waldzustandes und dessen Beziehungen zu Stressfaktoren, insbesondere zu Luftschadstoffen.

In Sachsen bildet ein Raster von 4 x 4 km (entspricht 285 Probebeständen) die Grundlage für die Untersuchungen im Level-I-Programm (vgl. Abb. 1).

Waldzustandserhebung

An jedem Rasterpunkt, der auf eine Holzbodenfläche mit Bäumen von mindestens 60 cm Höhe fällt, werden 24 systematisch ausgewählte Bäume (vgl. Abb. 2) begutachtet. Dabei sind die Kronenverlichtung und der Anteil vergilbter Nadeln/Blätter wesentliche Parameter, die den äußerlich sichtbaren, aktuellen Gesundheitszustand der

Abb. 1: Lage der Stichprobenpunkte im 4 x 4-km-Raster (Level I) und der Forstlichen Dauerbeobachtungsflächen (DBF=Level II) in Sachsen

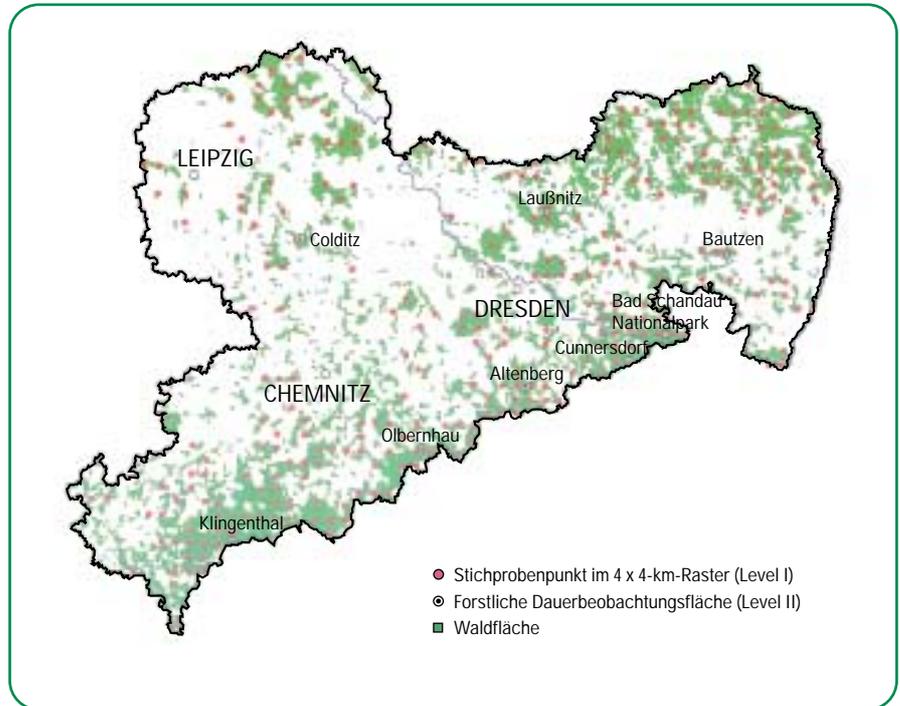
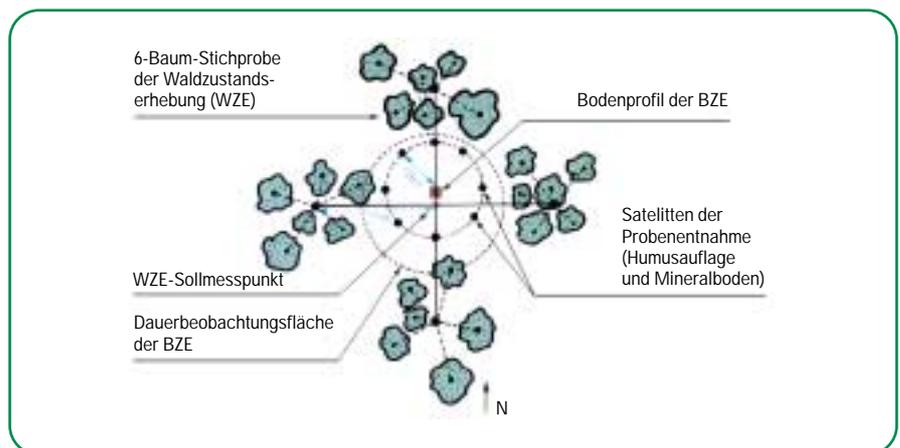


Abb. 2: Schematische Übersicht zur Durchführung der Kronen- und Bodenzustandserhebung



Bäume charakterisieren. Aus beiden Schadsymptomen wird entsprechend Tab. 1 eine **kombinierte Schadsstufe** ermittelt. Die Vergilbung nimmt ab einem Anteil von 26 % der vorhandenen Nadel-/Blattmasse Einfluss auf die kombinierte Schadsstufe. Kronenverlichtungen von mehr als 25 % (ohne Vergilbung) bzw. darunter mit ent-

sprechendem Vergilbungsanteil werden als „deutliche Schädigungen“ (Schadstufen 2–4) klassifiziert. Die kombinierte Schadsstufe findet vorrangig zur Darstellung der aktuellen Schadenssituation Verwendung, für Untersuchungen zum Schadensverlauf wird sie durch die **mittlere Kronenverlichtung** ergänzt.

Tab. 1: Herleitung der kombinierten Schadstufe aus Kronenverlichtung (KV) und Vergilbung

Kronenverlichtung [%]	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter [%]			
	0–10	11–25	26–60	61–100
0– 10	0	0	1	2
15– 25	1	1	2	2
26– 60	2	2	3	3
61– 99	3	3	3	3
100	4	-	-	-

0 = ohne Schadmerkmale

1 = schwach geschädigt

2 = mittelstark geschädigt

3 = stark geschädigt

4 = abgestorben

} deutlich
geschädigt

Das Erscheinungsbild eines Einzelbaumes ist stets von einer Vielzahl von Einflussfaktoren geprägt. Einige dieser Faktoren (Blüte/Fruktifikation, biotische Schäden durch Wild, Insekten und Pilze, abiotische Schäden durch Wind, Schnee, Eis und – soweit eindeutig zuzuordnen – Immissionen usw.) werden bei der WZE erfasst, bleiben aber bei der Bildung der kombinierten Schadstufe unberücksichtigt.

Bodenzustandserhebung

An den Stichprobenpunkten des 4 x 4-km-Rasters wurde in Sachsen zwischen 1992–1997 zusätzlich die Bodenzustandserhebung (BZE) durchgeführt. Die Entnahme von Boden- und Humusproben für chemische Analysen erfolgte in den Haupthimmelsrichtungen an 8 Satellitenpunkten in 10 m Entfernung vom jeweiligen zentralen Bodenprofil (vgl. Abb. 2). Nadel- und Blattuntersuchungen sind ebenfalls Bestandteil des Programms. Detaillierte Angaben zur Methodik von Probenahme, Probenaufbereitung und Analytik sind der Arbeitsanleitung zur BZE [2] und dem sächsischen Bodenzustandsbericht [16] zu entnehmen.

Die wichtigsten chemischen Parameter sind:

- pH-Werte (H₂O bzw. KCl in der organischen Auflage und im Mineralboden)
- C_{org}- und N-Gehalte von Nadel-, Humusaufgabe- und Mineralbodenproben
- Bestimmung der Gehalte von S, P, K, Mg, Ca, Mn, Al, Fe, Pb, Cu, Zn, Cd in Humus- und Nadelproben
- Effektive Kationenaustauschkapazität von Mineralbodenproben (AKe oder KAK)

Level II

Das Level-II-Programm wurde eingerichtet, um Zustand und Entwicklung typischer Waldökosysteme in Europa unter dem Einfluss von Luftverunreinigungen sowie klimatischen und anderen Stressfaktoren detaillierter zu erforschen. Aus bereits längerfristig existierenden Dauerbeobachtungsflächen des Forstlichen Umweltmonitorings wurde ein europaweites Netz dieser Level-II-Flächen gebildet.

In Sachsen wurde 1993 mit der Einrichtung von Level-II-Flächen begonnen. Mittlerweile existieren 8 Forstliche Dauerbeobachtungsflächen (DBF), deren Untersuchungsprogramm dem Level-II-Standard der EU entspricht. In das europaweite Messnetz sind davon 6 Flächen integriert (vgl. Abb. 1 sowie Waldzustandsbericht 2000, Tab. 2 und 3).

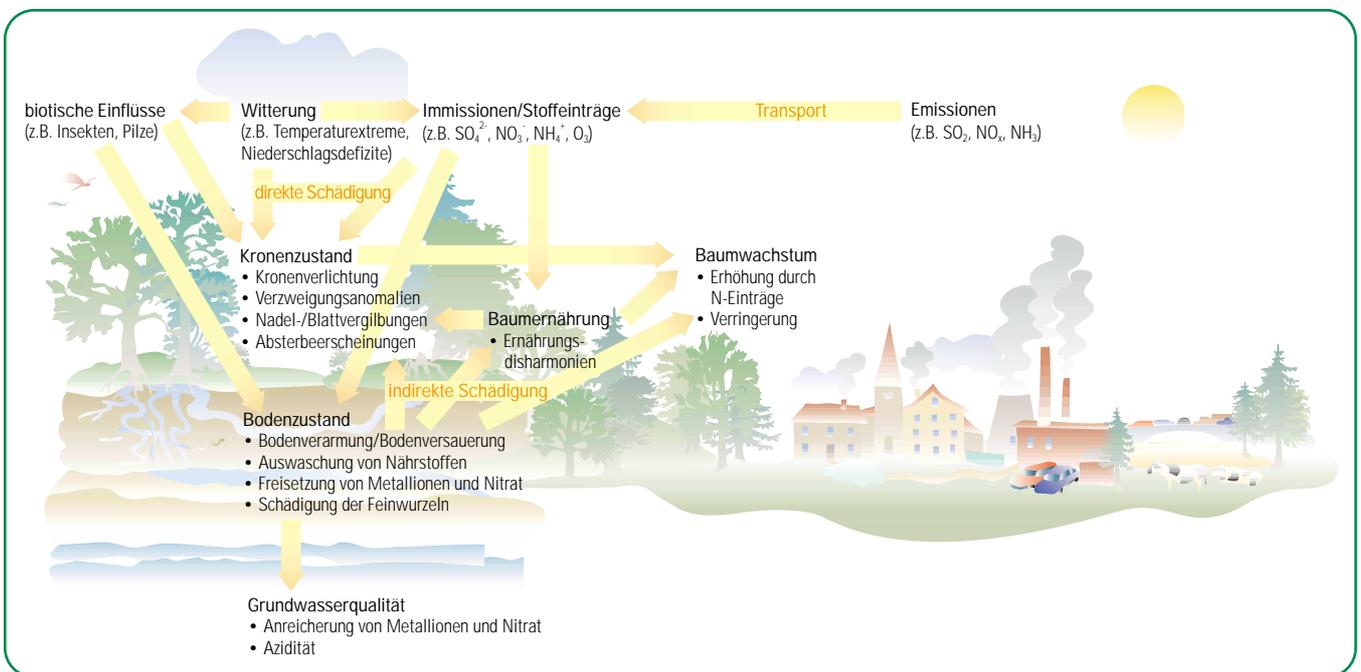
Rahmenbedingungen für den Waldzustand

Wälder sind komplexe Systeme aus lebenden und unbelebten Komponenten, die über vielfältige Auf- und Abbauprozesse miteinander verflochten sind. Diese Lebensprozesse wiederum stellen zentrale Stoff- und Energieflüsse des Ökosystems dar. Werden sie durch Umweltfaktoren beeinflusst, wirken sie sich auf das gesamte Ökosystem

aus. Zu den Umweltfaktoren zählen zum Beispiel die Witterung (Niederschläge, Sonneneinstrahlung, Temperaturen etc.), aber auch sämtliche Eingriffe des Menschen, so beispielsweise Durchforstungen und Holzernte. In der jüngeren Vergangenheit verursachten insbesondere Schadstoffeinträge unnatürlich hohe direkte und

indirekte Belastungen der Ökosysteme, die entscheidend die Vitalität und Stabilität der Wälder prägen.

Abb. 3: Vereinfachtes Schema zu Einflussfaktoren auf Waldökosysteme und Wechselwirkungen



Witterung

Die Witterung eines Jahres kann durch den Vergleich der langjährigen Mittelwerte mit den jahresbezogenen Messdaten charakterisiert werden. Zu diesem Zweck werden die Daten der langfristig bestehenden Wetterstationen Oschatz und Marienberg des DWD herangezogen. Sie befinden sich in den Wuchsgebieten Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland (Oschatz, 150 m über NN) und Erzgebirge (Marienberg, 639 m über NN). Damit repräsentieren sie zwei wichtige Waldregionen Sachsens.

Die langjährige Jahresmitteltemperatur beträgt in Oschatz 8,7 °C, die langjährige Niederschlagssumme 575 mm. Für Marienberg sind es 6,2 °C und 896 mm.

Da der Wald auch die Witterung in seiner Umgebung beeinflusst, sich in seinem Inneren ein eigenes Klima ausgebildet und die Witterung auf Waldökosysteme spezifisch wirkt (beispielsweise Bodenfeuchte), werden die langjährigen Wetterdaten des DWD durch ein Messnetz von Waldklimastationen ergänzt. Zwei der Waldklimastationen

befinden sich unweit der meteorologischen DWD-Messstellen im Forstamt Dobereschütz (vergleichbar mit Oschatz) und im Forstamt Olbernhau (vergleichbar mit Marienberg).

Die **Wintertemperaturen** in den Mittelgebirgslagen waren vor allem im Januar und Februar 2001 mit ca. 1–2 Kelvin (K) über dem langjährigen Mittel deutlich zu warm. Dagegen wurden im Tiefland im Februar nach einem ca. 2 K zu warmen Januar Temperaturen von ca. 1–1,5 K unter den langjährigen Mittelwerten registriert.

Abb. 4a, b: Temperatur- und Niederschlagsverlauf von 1999–2001 und Vergleich mit den langjährigen Monatsmittelwerten (1957–1987) an den DWD-Stationen Oschatz und Marienberg (Quelle: Deutscher Wetterdienst–Radebeul)

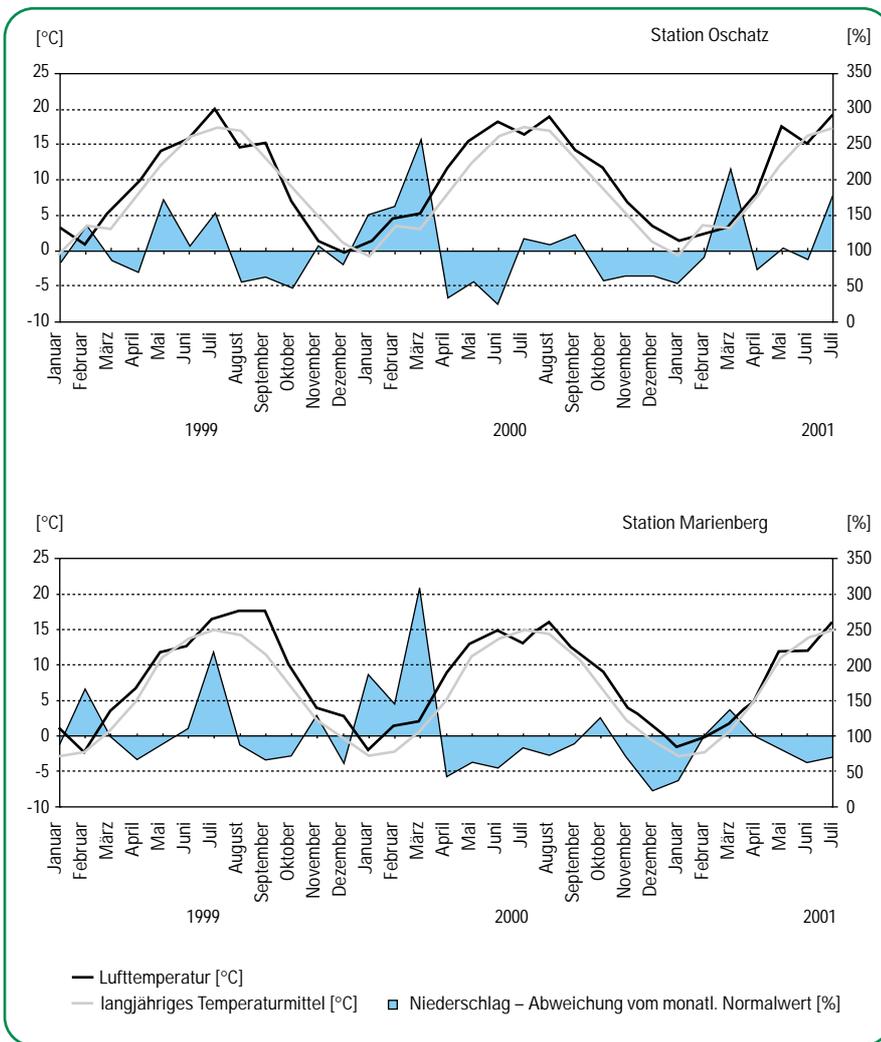
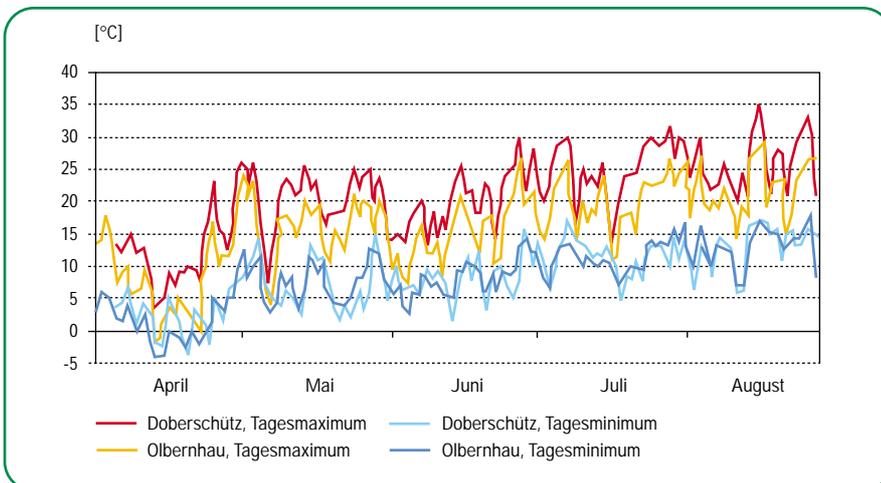


Abb. 5: Tagesextreme der Lufttemperatur von April bis August 2001 an den Waldklimastationen Olbernhau und Doberschütz (Tagesmittel aus 24 Stundenmittelwerten, die jeweils aus 5-minütigen Einzelmessungen gebildet wurden)



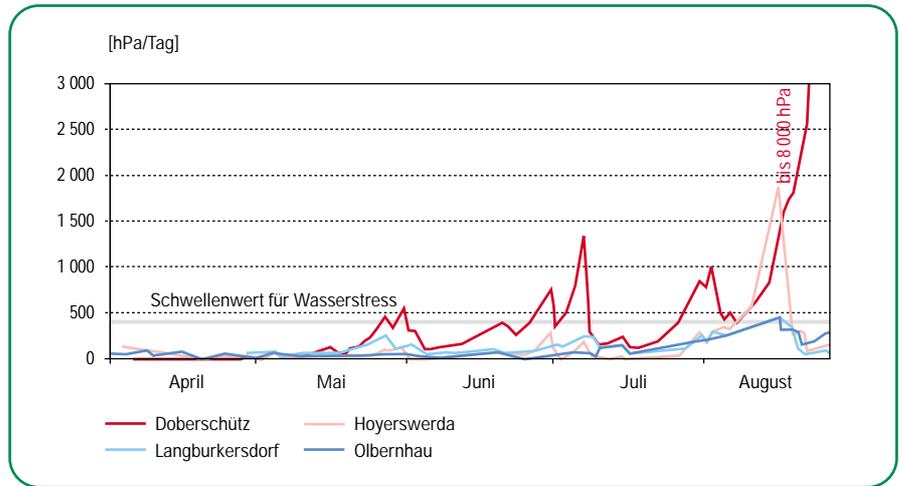
Dies ist offenbar Ausdruck für einen größeren Kälteeinbruch mit zeitweisen Schneelagen Ende Februar/Anfang März 2001. Im gesamten Winter 2000/01 wurden keine nennenswerten Bodenfröstoperioden registriert. Im März und April waren die Lufttemperaturen eher ausgeglichen. Die Monatsmitteltemperaturen schwankten durchweg leicht um die langjährigen Mittel (März ca. 0,4 bis 0,8 K zu warm/April ca. $\pm 0,2-0,5$ K). Allerdings kam es immer wieder zu Kälteeinbrüchen, wodurch die Vegetationsperiode erst relativ spät einsetzte. Während im Mai in den Mittelgebirgslagen die Temperaturen nur leicht (bis 0,8 K) über den Langzeitwerten lagen, war es in Tieflandsregionen mit bis zu plus 2,5 K über dem Mittel deutlich zu warm. Im Frühjahr 2001 blieben gefährliche Spätfröste auf wenige frostgefährdete Lagen beschränkt.

Im Zeitraum von Anfang Juni bis in die 1. Julihälfte hinein herrschte eine sehr kühle Witterung vor. Dies führte sowohl unter Tieflands- als auch unter Mittelgebirgsbedingungen zu erheblichen Unterschreitungen der langjährigen Monatsmittel um -1,4 K bis -2,3 K. Erst ab Mitte Juli setzten sich warm-heiße Witterungsperioden durch, die im Wesentlichen bis Ende August anhielten und zu Überschreitungen der langjährigen Mitteltemperaturen von 1–3 K führten (vgl. Abb. 5).

Die **Bodenfeuchte**verhältnisse in den sächsischen Wäldern werden anhand der Daten für die Bodensaugspannung im Hauptwurzelraum der Bäume (30 cm Tiefe) an typischen Waldklimastationen dargestellt. Die Saugspannung gibt an, wie fest das Bodenwasser im Boden gebunden ist. Bei Bodensaugspannungen oberhalb von etwa 400–500 hPa kommt es, je nach Bodensubstrat und Witterungsbedingungen, zu Wasserstress für die Bäume, da Bodenwasser nicht schnell genug pflanzenverfügbar ist. Dieser Stress verschärft sich mit steigenden Saugspannungswerten. Wegen der periodisch auftretenden Bodenaustrocknung auf den Tieflands-Sandstandorten werden neben klassischen Tensiometern (deren Messbereich physikalisch bedingt begrenzt ist) standardmäßig auch Equi-Tensiometer eingesetzt, die Saugspannungen

bis in den Bereich des permanenten Welkepunktes von Pflanzen (15 000 hPa) registrieren können. In ausgeprägten Trockenperioden erreichen die Saugspannungen der Sandböden im sächsischen Tieflandsbereich durchaus Werte bis 10 000 hPa. Bedingt durch reichliche Niederschläge von Jahresbeginn bis März begann die Vegetationsperiode 2001 in allen Wuchsgebieten mit einem gefüllten Bodenwasservorrat (vgl. Abb. 6). Anders als in den vorangegangenen Jahren waren aufgrund der weiterhin hohen Niederschläge und kühlen Witterung noch in der ersten Hälfte der Vegetationsperiode (Ende April bis 1. Juli-hälfte) ausreichende Bodenwasservorräte vorhanden. Lediglich für kurze Perioden Ende Mai und Ende Juni/Anfang Juli kam es zu temporären und relativ geringen Wasserstresserscheinungen, die durch Niederschläge schnell wieder aufgehoben wurden. Die Sandstandorte waren hiervon stärker betroffen und der Standort Doberschütz ist dabei als Extrem einzuschätzen. Erst in der 2. Hälfte der Vegetationsperiode, etwa ab Mitte Juli, kam es bedingt durch die nun einsetzenden warm-trockenen Witterungsperioden zu einer stärkeren Bodenaustrocknung und damit auch zu teilweise verschärftem Trockenstress für den Wald. Besonders betroffen von dieser spätsommerlichen Trockenperiode waren die Sandstandorte im sächsischen Tiefland. Die geringen Wasserspeicherkapazitäten der leichten Sandböden gekoppelt mit erheblichen Niederschlagsdefiziten führten sehr schnell zu extremen Austrocknungsercheinungen. Die Hügellands- und Mittelgebirgsstandorte sind durch die besseren Bodensubstrate und höheren Niederschlagsmengen i. d. R. von Bodenwasserstresserscheinungen weit weniger betroffen. Die beobachteten Bodenaustrocknungen erreichten zwar teilweise extreme Ausmaße, hatten aber vergleichsweise geringe Auswirkungen auf die Vitalität und Stabilität der Waldbestände. Durch das jahreszeitlich späte Einsetzen der Trockenperioden konnten die Bäume sowohl ein gutes Wachstum hervorbringen als auch genügend Speicher- und Reservestoffe anlegen. Jahreszeitlich bedingt bewirken wesentlich geringere Transpirationsaktivitäten

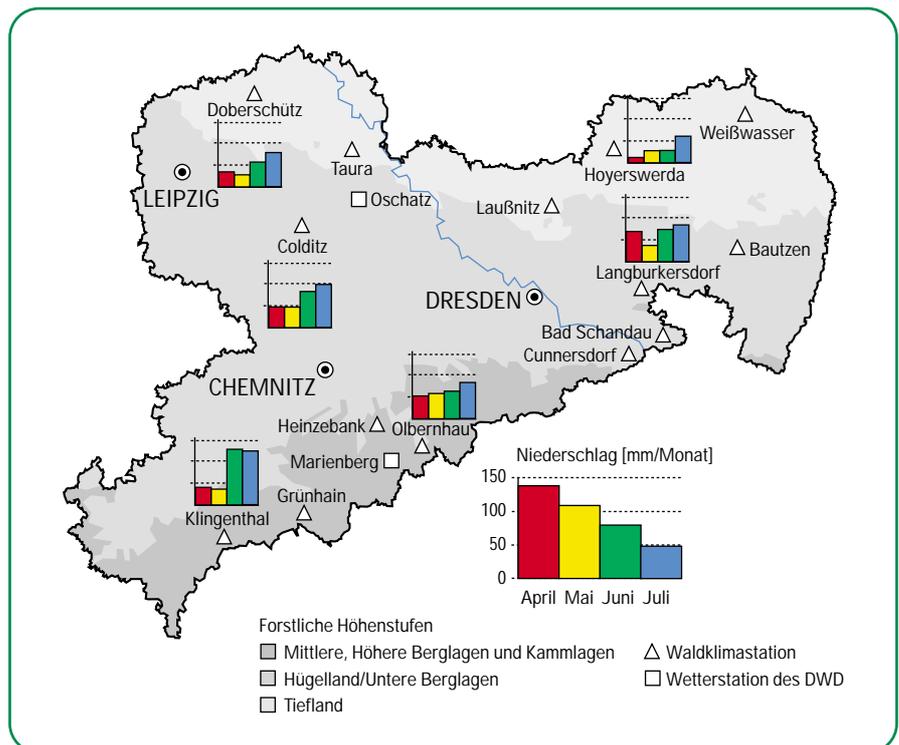
Abb. 6: Bodenfeuchtedynamiken im Zeitraum April bis August 2001 für die Tieflands-Sandstandorte Doberschütz (Nordwestsachsen) und Hoyerswerda (Nordostsachsen) sowie die Mittelgebirgsstandorte Olbernhau (mittleres Erzgebirge) und Langburkersdorf (Oberlausitzer Bergland)



der Waldbestände eine deutliche Minderrung des Trockenstresses. Die Bodenwasserversorgung, der auf einem breiten Standortsspektrum limitierende Faktor, war 2001, in der für Wachstum und Vitalität der Waldbestände entscheidenden Zeit, nahezu optimal.

Bis Ende August aufgelaufene Niederschlagsdefizite führten kurzzeitig auf sämtlichen Standortsbereichen zu deutlich verminderten Abfluss- bzw. Grundwasserneubildungsraten. Anfang September (Redaktionsschluss des WZE-Berichtes) kam es landesweit zu ergiebigen Nieder-

Abb. 7: Monatssummen der Niederschläge in der Vegetationsperiode 2001 für typische Waldstandorte Sachsens – aufgezeichnet durch Waldklimastationen der LAF Graupa



schlagen, die den unmittelbaren Bodenwasserstress beendeten und auch die Bodenwasservorräte nachhaltig auffüllten. Als Ergänzung zur Bodenfeuchtedynamik

werden die Monatssummen der Niederschläge ausgewählter Waldklimastationen für die Vegetationsperiode 2001 dargestellt (vgl. Abb. 7). Diese zeigen sehr gut die

regionalen Unterschiede und die Auswirkungen der Niederschlagsverhältnisse auf die Bodenfeuchtedynamik.

Immissionen/Stoffeinträge/Critical Loads

Schadstoffe beeinflussen auf vielfältige Weise die komplexen Wechselwirkungen im Ökosystem Wald.

Direkte Schädigungen der Blätter und Nadeln können beispielsweise durch sehr hohe Konzentrationen von Schwefeldioxid (SO_2) in der Luft auftreten: SO_2 dringt durch die Spaltöffnungen in die Blätter ein und beeinträchtigt den Regelmechanismus der Spaltöffnungen und letztlich auch die Fotosyntheseleistung der Blätter. Im Extremfall kommt es zur Verbrennung der Nadeln bis hin zur Auflichtung bzw. zum Absterben der Kronen von oben nach unten. Diese so genannten „klassischen Rauchschäden“ haben in den vergangenen Jahrzehnten in den Hochlagen des Erzgebirges zum Absterben ganzer Fichtenwaldkomplexe geführt, sind heute aber nur noch selten nachzuweisen.

Demgegenüber haben die **indirekten** und zumeist sehr komplexen **Wirkungen** an Bedeutung gewonnen. Zu den bedeutendsten indirekten Wirkungen der Schadstoffbelastung in Waldökosystemen zählt der Prozess einer stark beschleunigten Bodenversauerung. Die übermäßigen Säureeinträge („Saurer Regen“), als Folgeprodukt der Umweltbelastung mit den Säurebildnern Schwefel (S) und Stickstoff (N), induzieren seit Jahrzehnten einen drastischen, weit über das natürliche Maß hinaus gehenden Verlust der wichtigen Pflanzennährstoffe Kalzium, Kalium und Magnesium aus den Mineralböden (Nährstoffauswaschung). Die Bodenverarmung kann in Verbindung mit dem durch die Stoffeinträge stimulierten Pflanzenwachstum, bei sich gleichzeitig zurückbildendem Wurzelsystem, zu einem folgenschweren Nährstoffmangel führen. Bei einer Unterversorgung mit Magnesium treten beispielsweise typische Vergilbungen bei den Nadelbäumen auf. Die Beeinträchtigungen werden noch verstärkt, wenn sich die Wurzeln zunehmend in die oberen

Mineralbodenhorizonte oder sogar bis in die organische Auflage zurückziehen. Die Bäume sind aufgrund der dann insgesamt nur unzureichenden Durchwurzelung der Böden zwangsläufig anfälliger gegenüber Sturm und Trockenheit. In Abhängigkeit von den standörtlichen Gegebenheiten – verschiedene geologische Ausgangssubstrate mit unterschiedlicher Pufferkapazität und Nährstoffausstattung – ist längerfristig mit Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität zu rechnen, wenn letztlich bei fortschreitender Bodenversauerung bodenintern Metallionen, wie z. B. Aluminium (Al), freigesetzt werden.

Schwefeldioxid, Schwefel, Schwefelsäure

Schwefeldioxid (SO_2) entsteht hauptsächlich in großen Kraftwerken und Industriefeuerungen bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wie Braunkohle und Öl. Wenn sich das Gas in Regen und Nebel löst, entsteht Schwefelsäure und damit der so genannte „Saure Regen“. In den letzten Jahren konnten die SO_2 -Immissionen durch technische Maßnahmen deutlich gesenkt werden. Während in Sachsen die SO_2 -Jahresmittelkonzentration noch in den 80er Jahren häufig im Bereich von $80 \mu\text{g pro m}^3$ Luft lag, wird seit 1998 der kritische Konzentrationswert von $20 \mu\text{g/m}^3$ großflächig unterschritten [11].

Stick(stoff)oxide, Nitrat, Ammonium, Salpetersäure

Hauptquelle der Stickoxide ($\text{NO}_x = \text{Stickstoffmonoxid [NO] und Stickstoffdioxid [NO}_2\text{]})$ ist der Straßenverkehr. Trotz Katalysator-technologie und strenger Abgasvorschriften hat der Ausstoß von Stickoxiden aufgrund der steigenden Kfz-Dichte und wachsender Fahrleistungen nicht abgenommen. NO_2 wird ständig neu aus NO

gebildet und hat eine hohe Lebensdauer. Es ist einerseits Ausgangskomponente für die Bildung von Nitrat (NO_3), das mit etwa 50 % am Stickstoffeintrag der Wälder beteiligt ist. Andererseits ist NO_2 die wichtigste Vorläufersubstanz für die Ozonbildung in der Atmosphäre und trägt damit indirekt zu den relativ hohen Ozongehalten der Luft in Waldgebieten bei.

Die andere Hälfte des Stickstoffeintrages resultiert aus den Ammonium- (NH_4 -) Gehalten der Luft. Diese entstammen überwiegend der Ammoniak- (NH_3 -) Freisetzung in der Landwirtschaft (Tierhaltung, Düngereinsatz). Die durch moderne Katalysorteknik verursachte Belastung der Umwelt mit Ammoniak erfordert zunehmend, den Straßenverkehr als Emissionsquelle zu beachten. Wie SO_2 sind auch die Stickstoffverbindungen in der Luft potenzielle Säurebildner, die über Kontakt mit der Feuchtigkeit der Luft zu Salpetersäure umgewandelt werden. Somit kann N neben seiner Nährstofffunktion auch direkt als Schadstoff wirken.

Ozon

Ozon (O_3) ist ein giftiges Gas, das auf photochemischem Wege aus NO_x , Methan (CH_4), Kohlenmonoxid (CO) und Sauerstoff (O_2) gebildet wird. Da in den Mittelgebirgsregionen die UV-Strahlung und die Konzentration von O_3 -Vorläufersubstanzen allgemein höher ist als z. B. in Ballungsgebieten, kann dort O_3 sehr effektiv gebildet werden. Folglich treten die höchsten O_3 -Konzentrationen regelmäßig an hoch gelegenen Waldmessstationen auf. O_3 wirkt auf Pflanzen ausschließlich als Schadstoff. Bereits geringe Konzentrationen von $40\text{--}50 \mu\text{g O}_3 \text{ pro m}^3$ Luft können Schäden an pflanzlichem Gewebe hervorrufen. Entscheidend für eine O_3 -Schädigung ist jedoch eine kritische

Abb. 8a–c: Ozon-Schadsymptome an Buchenblättern (in der Reihenfolge zunehmender Ozon-Dosis, Fotos aus [8])

- a) diffuse hellgrüne Verfärbungen blattoberseits zwischen den Blattnerven
- b) beginnende Bronze-Verfärbung (Bronzing) blattoberseits
- c) dunkle, nekrotische Pünktchen bis Fleckchen (Stippling)



O₃-Menge bzw. Dosis, also die längerfristige Einwirkung einer O₃-Konzentration über die Zeit. Zudem ist die Anfälligkeit der Baumarten gegenüber O₃ unterschiedlich (vgl. Abb. 8a–c). Nach Angaben des Landesamtes für Umwelt und Geologie [11] wird in den Mittelgebirgslagen des Erzgebirges die kritische O₃-Dosis häufig erheblich überschritten.

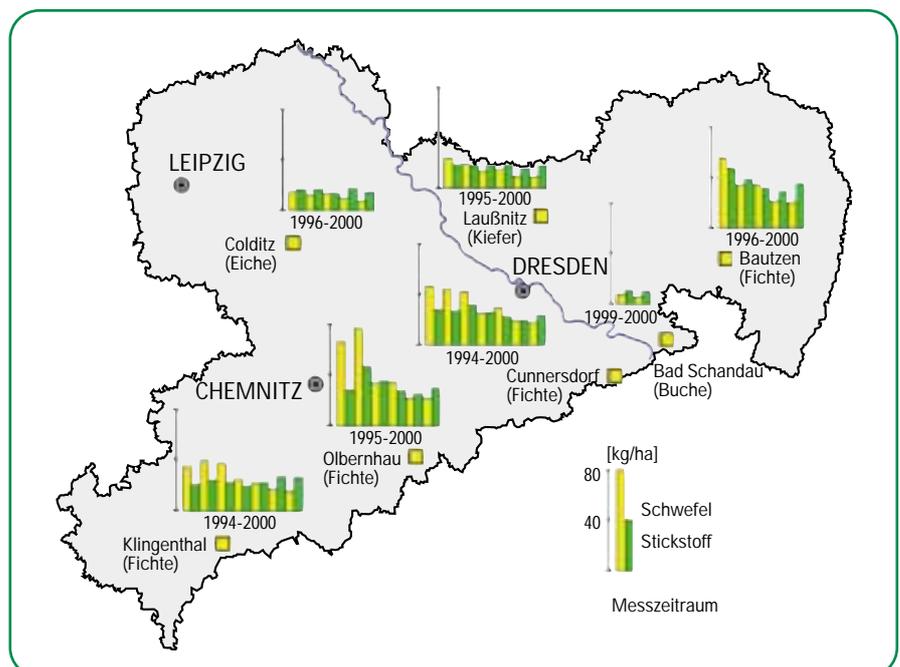
Stoffein-/austräge und Critical Loads

Wälder besitzen aufgrund ihrer großen Kronenoberfläche gegenüber Luftschadstoffen eine auskämmende Wirkung (Filtereffekt), die naturgemäß bei den ganzjährig belaubten Nadelwäldern stärker ausgeprägt ist. Demzufolge erreichen die Stoffeinträge mit den Niederschlägen im Wald (Bestandesniederschlag) oftmals ein Vielfaches derjenigen im Freiland.

Die aus den Stoffeinträgen für typische sächsische Waldökosysteme resultierenden Stoffbelastungen werden im Rahmen der forstlichen Umweltkontrolle durch die Sächsische Landesanstalt für Forsten (LAF) im Verbund mit dem europäischen **Level-II-Programm** untersucht [18, 15]. Danach sind die S-Einträge der Wälder – parallel zu den SO₂-Konzentrationen der Luft – besonders

in den vormals hoch belasteten Regionen des Erzgebirges stark zurückgegangen. Zur Zeit schwanken die jährlichen S-Einträge mit dem Bestandesniederschlag noch zwischen etwa 10 bis 20 kg pro Hektar (vgl. Abb. 9) und bewegen sich damit auf einem europaweit vergleichbaren Niveau. Demgegenüber sind die N-Einträge – trotz teilweise leichtem Rückgang – mit jährlich etwa 15 bis 30 kg/ha hoch und haben mittlerweile auf sämtlichen Messflächen die Schwefeleinträge deutlich überschritten. Aufgrund des geschilderten Auskämmeffektes zeigen die Niederschläge im Wald zwar weiterhin etwa 3- bis 5-fach höhere Schwefelgehalte als die Freilandniederschläge, dennoch sind die S-Gehalte seit Beginn der 90er Jahre stark zurückgegangen. Dies verdeutlichen die Ergebnisse der Messflächen Klingenthal (Westliches Oberes Erzgebirge) sowie Cunnersdorf (Elbsandsteingebirge, vgl. Abb. 10a). Der Trend wird in der Messfläche Cunnersdorf durch ausgeprägte jährliche Konzentrationsschwankungen überlagert, die auf die periodisch erhöhten Schwefelemissionen während der winterlichen Heizperiode zurückzuführen sind. Auch die S-Gehalte im Sicker- und Quellwasser sind zwar

Abb. 9: Jährliche Einträge [kg/ha] von Schwefel (SO₄-S) und Stickstoff (NH₄-N + NO₃-N) in den Waldbestand (Bestandesniederschlag) der Level-II-Flächen



kontinuierlich zurückgegangen, aber vielfach noch mehr als doppelt so hoch wie im Bestandesniederschlag. Dies zeigen beispielsweise die Ergebnisse im Bereich der Messfläche Klingenthal (vgl. Abb. 10b, c). Sie veranschaulichen einerseits, dass sich eine den Stoffeinträgen entsprechende Entwicklung in den Böden fortsetzt. Andererseits fungiert der Boden offensichtlich als S-Quelle, denn er verfügt über eine Art „chemisches Gedächtnis“. Die Böden haben im Verlauf der über Jahrzehnte hohen S-Deposition große Mengen Schwefel aufgenommen und gespeichert. Diese S-Vorräte werden unter den Bedingungen der verminderten S-Belastung wieder abgebaut und verstärkt mit dem Sickerwasser aus den Böden ausgetragen. Der Trend abnehmender S-Gehalte vollzieht sich folglich auf einem relativ hohen Konzentrationsniveau. Das gilt ebenfalls bezüglich der Al-Gehalte (vgl. Abb. 10d), die in engem Zusammenhang mit den bodenchemischen Prozessen der **S-Mobilisierung** auf versauerten Waldstandorten stehen. Demnach wird vielfach sowohl die Bodenlösung als auch das Sicker- und Quellwasser noch über einen längeren Zeitraum mit hohen S- und Al-Gehalten befrachtet sein und sich das Toxizitätsrisiko durch erhöhte Al-Gehalte nur allmählich verringern [17, 18].

In manchen Jahren werden in den Wäldern die S-Einträge durch die S-Austräge mit dem Sickerwasser um ein Vielfaches überschritten (vgl. Abb. 11a, b). Ebenfalls hoch sind die Al-Austräge. Der Fichtenaltbestand der Level-II-Fläche Bautzen zeigt zudem erhebliche N-Austräge von jährlich etwa 10 bis 18 kg Nitrat pro ha, was als Hinweis auf eine **Stickstoffsättigung** des Ökosystems zu werten ist. Seit Beginn der Untersuchung (Juli 1995) bestimmen hier hohe NO_3^- -Gehalte von 20 bis 40 mg/l die Zusammensetzung des Sickerwassers. Der Vergleich der S- und N-Depositionen mit den jeweiligen kritischen Eintragsraten (**Critical Loads**) vermittelt beispielhaft einen Eindruck von der zunehmenden Bedeutung der N-Einträge für die langfristige Stabilität der Waldökosysteme – einerseits hinsichtlich des übermäßigen Nährstoffeintrages (eutrophierende Wirkung) und anderer-

Abb. 10a–d: Schwefel- ($\text{SO}_4\text{-S}$) bzw. Aluminiumgehalte im Bestandesniederschlag, Sickerwasser und Quellwasser der Level-II-Flächen Klingenthal (westl. Erzgebirge) und Cunnersdorf (östl. Erzgebirge)

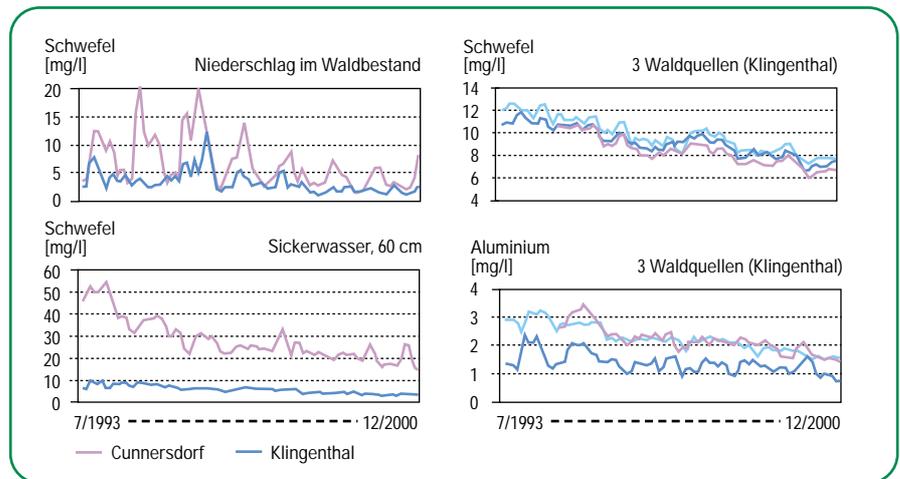
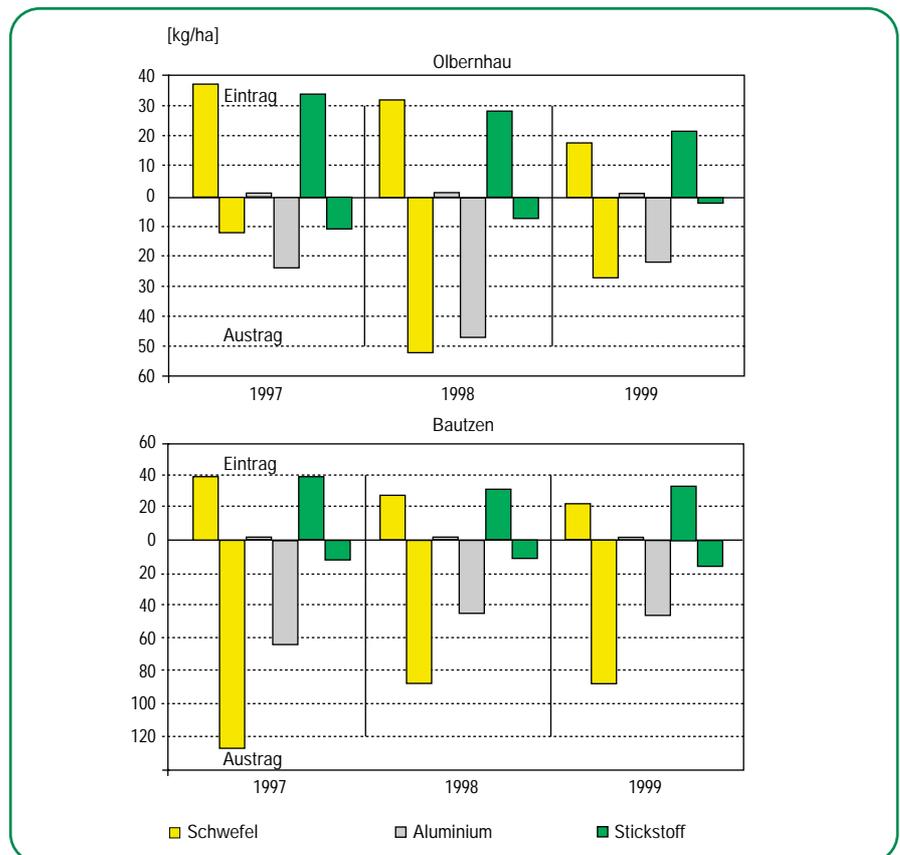


Abb. 11a, b: Stoffeinträge [kg/ha] mit dem Niederschlag und Stoffausträge [kg/ha] mit dem Sickerwasser (in 100 cm Bodentiefe) von Schwefel ($\text{SO}_4\text{-S}$), Aluminium und Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$) in den Level-II-Flächen Olbernhau (mittleres Erzgebirge) und Bautzen (Lausitz)



seits wegen deren Beitrag zur ökosystemaren Säurebelastung (vgl. Abb. 12). Sie werden speziell für die betreffenden Ökosysteme

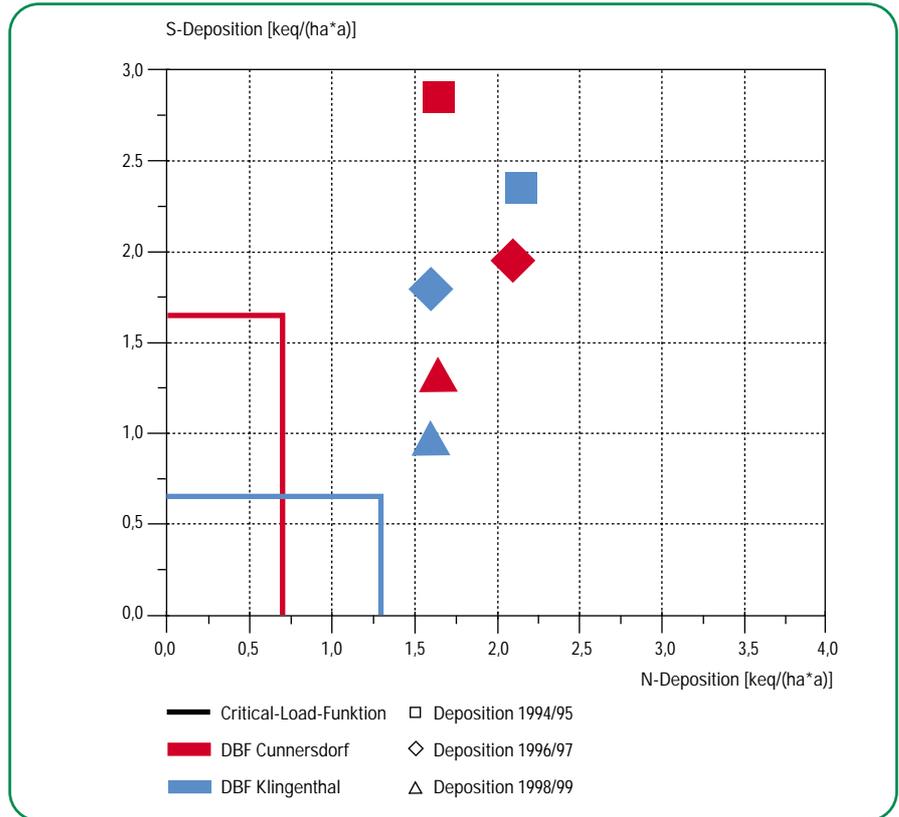
berechnet mit dem Ziel, das Ökosystem durch die Festlegung von langfristig tolerierbaren Stoffeinträgen nachhaltig zu schützen.

Nur bei Depositionswerten innerhalb der durch die Critical-Load-Funktion begrenzten Fläche sind keine erheblichen schädigenden Wirkungen für das Ökosystem zu erwarten [13, 18].

Deutlich wird der **Belastungswandel** der letzten Jahre. Während die S-Deposition beider Untersuchungsflächen 1998/99 im Vergleich zu den Jahren 1994/95 auf etwa ein Drittel zurückgegangen ist und in Cunnersdorf bereits ein tolerierbarer S-Eintrag vorliegt, wird der zulässige N-Eintrag nach wie vor stark überschritten. In Cunnersdorf hat sich der N-Anteil an der durch deponierte S- und N-Verbindungen induzierten Gesamtsäurebelastung von 37 auf 56 %, in Klingenthal von 48 auf 63 % erhöht. Gleichzeitig verringerte sich jedoch die Überschreitung der Critical-Load-Werte auf etwa ein Viertel des Ausgangswertes von 1994/95 (Klingenthal: von 131 auf 31 %; Cunnersdorf: von 91 auf 25 %).

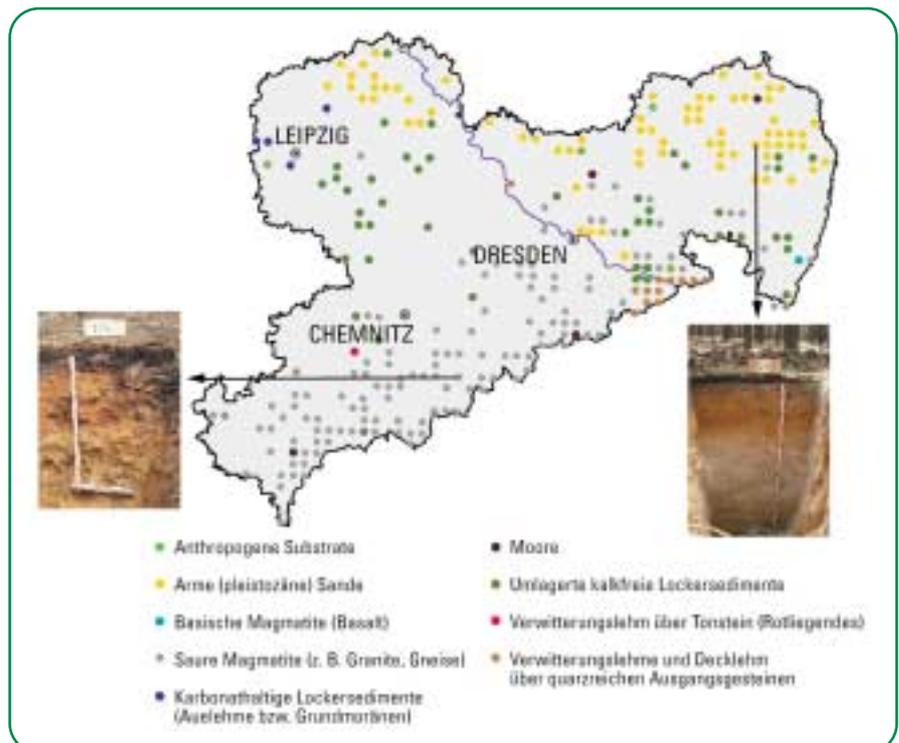
Einen landesweiten Überblick zum Wandel der Belastungssituation in den sächsischen Waldökosystemen vermittelt die Anwendung des Critical-Load-Konzeptes in Verbindung mit den Ergebnissen der Bodenzustandserhebung [1]. Die in dem Zusammenhang benötigten Stoffeintragsraten für Waldbestände werden auf der Basis von Depositionsmessungen (z. B. im Level-II-Programm) kalkuliert. Die **Bodenzustandserhebung** stellt insbesondere die detaillierten Informationen zur Vegetation (Baumartenanteile und deren Zuwachs) sowie die standortsbezogenen Freisetzungsraten an basischen Kationen bei der Verwitterung zur Verfügung. Diese so genannte nachschaffende Kraft der Böden bestimmt in Abhängigkeit vom geologischen Ausgangssubstrat (vgl. Abb. 13) und der Bodentextur entscheidend die Pufferfähigkeit der Standorte gegenüber den Säurebelastungen und wird durch einen mehr oder weniger bedeutenden Eintrag basischer Kationen mit dem Niederschlag (z. B. Kalzium und Magnesium) unterstützt. Da die Grundgesteine Sachsens weitgehend basenarm sind, ist die Pufferkraft der Waldböden meistens gering [16].

Abb. 12: Critical-Load-Funktion im Vergleich zu den jeweiligen Depositionen [keq/(ha*a)] von Schwefel- und Stickstoffverbindungen



Um die Vergleichbarkeit hinsichtlich der unterschiedlichen Säurewirksamkeit bzw. Pufferfähigkeit chemischer Verbindungen zu gewährleisten, werden Äquivalente bzw. Äquivalentgewichte (hier Angabe in keq/(ha*a)) berechnet. Sie kennzeichnen unter Berücksichtigung von Molmasse und Wertigkeit die Freisetzung von Wasserstoff (Protonen) bzw. Pufferkapazität durch die jeweilige chemische Verbindung.

Abb. 13: Räumliche Verteilung der Substratgruppen der Bodenzustandserhebung (BZE) und Beispiele zu Bodenprofilen (BZE-Punkt 29 im SäFoA Niesky – Gleypodsol; BZE-Punkt 176 im SäFoA Marienberg – Braunerde-Podsol)



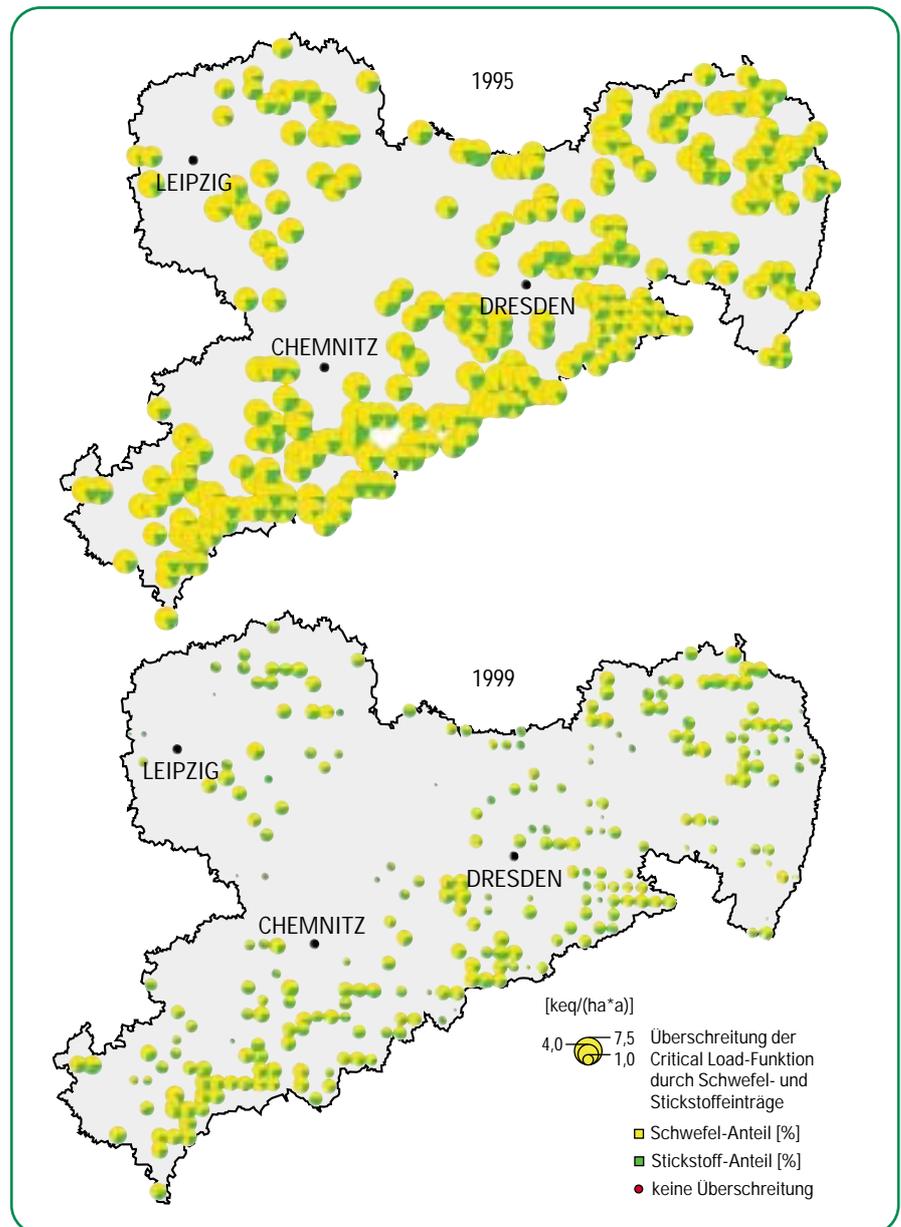
Die jährlichen Verwitterungsraten in dem durch eiszeitliche Flug- und Schmelzwasser-sande sowie Geschiebelehme geprägten pleistozänen Tiefland und auf den Sandsteinstandorten der Sächsischen Schweiz liegen beispielsweise nur zwischen 0,1 bis 0,2 keq/(ha*a). Ausgesprochen hohe Werte bis über 3 keq/(ha*a) zeigen kleinflächige Vorkommen von Phyllit im Erzgebirgsbereich oder von Basalt in der Sächsischen Schweiz und im Zittauer Gebirge. Trotz großflächig geringer Verwitterungsraten wären die sächsischen Waldböden in einer Umwelt ohne anthropogene Säurebelastungen dennoch in der Lage, eine ausreichende Ernährung der Waldvegetation aus der nachschaffenden Kraft der Standorte zu gewährleisten.

Landesweit gesehen hat der Versauerungsdruck in den Wäldern erheblich abgenommen und oftmals werden heute die entsprechenden Critical-Load-Vorgaben nur noch geringfügig überschritten (vgl. Abb. 14a, b).

In den letzten Jahren hat sich die Überschreitung der Critical Loads für die **Gesamtsäurebelastung** von durchschnittlich 5,2 auf 1,7 keq/(ha*a) – also auf etwa ein Drittel – verringert. Zu dieser Entwicklung hat insbesondere der teilweise drastische Rückgang der schwefelinduzierten Säurebelastung beigetragen: Die durch sie verursachte **Überschreitung der Critical Loads** lag 1995 noch an 92 % der BZE-Punkte zwischen 3 und 5,5 keq/ha (Schwergewicht: 4 bis 5 keq/[ha*a]). Mittlerweile zeigt die gleiche Anzahl der Punkte nur noch Überschreitungen von 0,5 bis 2 keq/(ha*a), während hohe Werte über 3 keq/ha nicht mehr festgestellt werden. Demgegenüber ist der Anteil der N-Verbindungen an der rückläufigen Gesamtsäurebelastung von durchschnittlich 21 % auf 36 % gestiegen, obwohl im Landesdurchschnitt die eutrophierenden N-Einträge abgenommen haben. Insbesondere in Regionen mit ehemals stark überhöhten N-Einträgen – im Freiburger Raum einschließlich Tharandter Wald und Erzgebirgsvorland – haben sich die N-Einträge deutlich verringert.

Während hier die Überschreitungen im Jahr 1995 noch zwischen 15 und mehr als 35 kg N/(ha*a) betragen, liegen sie gegenwärtig bei etwa 5 bis 15 kg N/(ha*a). Im Gebiet von Leipzig, entlang der Landesgrenze zu Brandenburg bis in den Raum

Abb. 14a, b: Überschreitung der Critical-Load-Funktion durch den Eintrag von Schwefel- und Stickstoffverbindungen in die sächsischen Waldbestände der Bodenzustandserhebung (BZE); Jahre 1995 und 1996



Hoyerswerda sind vereinzelte, ehemals durch lokale Emittenten extrem überlastete Standorte (Überschreitungsmaximum 1995: 44,7 kg/[ha*a]) mittlerweile auffällig weniger stickstoffbelastet. Hinsichtlich der Säurebelastung hat sich die Situation, insbesondere entlang des mittleren Erzgebirgskammes bis zum Elbsandsteingebirge und dem Lausitzer Bergland, verbessert. Dabei ist dort vereinzelt der N-induzierte Anteil der Säureüberlastung auf etwa die Hälfte angestiegen und die Überlastung damit stärker N-betont. Dagegen ist der Großraum Leipzig weitgehend durch ein Gleichgewicht zwischen N- und S-induzierter Säureüberlastung geprägt. Ursache

von vereinzelt nur noch geringfügigen Überschreitungen in den betreffenden Laubwäldern sind dort die N-Einträge. Ähnliche Verhältnisse findet man im Tieflandsbereich Nordostsachsens, von der Grenze zu Brandenburg bis in die Laußnitzer Heide und zur polnischen Grenze nördlich von Görlitz. Nur in einem Waldökosystem des Untersuchungsnetzes (Traubeneichen-Buchen-Mischwald unweit des Elbtales bei Meißen) wurden 1999 die Critical-Load-Vorgaben zur Säurebelastung erfüllt.

Waldzustand 2001

Allgemeine Schadsituation

Auf der Grundlage der aktuellen terrestrischen Kronenzustandsbewertung wurden im Jahr 2001 in Sachsen – ohne Berücksichtigung regionaler und baumartenspezifischer Unterschiede –

- 15 % der Waldfläche als deutlich geschädigt (Schadstufen 2–4),
- 45 % als schwach geschädigt (Schadstufe 1) und
- 40 % ohne erkennbare Schadmerkmale (Schadstufe 0) ausgewiesen (vgl. Abb. 15).

Von der deutlich geschädigten Waldfläche zeigen die Bäume auf 14 % mittelstarke Schäden, auf 1 % sind sie stark geschädigt bzw. abgestorbenen (Schadstufen 3 und 4). Insgesamt setzte sich damit der bereits im Vorjahr beobachtete Trend einer allgemeinen Verbesserung des Kronenzustandes der Bäume fort. 2001 wurde der niedrigste

Anteil deutlicher Schäden im 11-jährigen Beobachtungszeitraum registriert. Während dieser Wert 1991 noch bei 27 % lag, Anfang der 90er-Jahre über 20 % blieb, sank er 1995 erstmals unter 20 %. Im Vergleich zum Jahr 2000, in dem sich der Anteil deutlicher Schäden auf 19 % belief, ist somit eine weitere Abnahme um 4 Prozentpunkte eingetreten. Etwas abgenommen hat aber auch der Anteil gesunder Bäume. Im Gegenzug ist die Erhöhung des Anteils schwach geschädigter Bäume zu konstatieren.

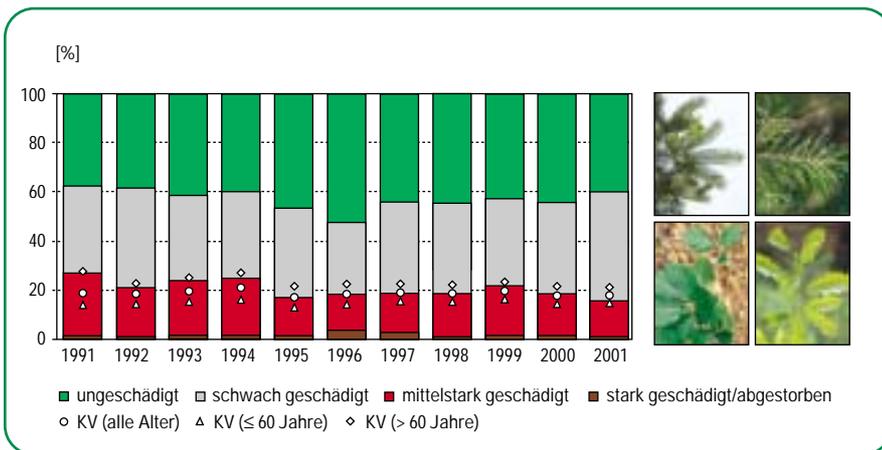
Die Verschiebungen in den einzelnen Schadstufen kommen auch in der Veränderung der mittleren Kronenverlichtung zum Ausdruck. Allerdings wird hier deutlich, dass sich der Verbesserungstrend in erster Linie bei den älteren, über 60-jährigen Bäumen vollzieht. Ebenso konzentriert er sich schwerpunktmäßig auf einzelne Baumarten bzw. Baumartengruppen.

Da die Stichprobenbestände sowohl einer forstlichen Bewirtschaftung als auch anderen Einflüssen unterliegen, ist es möglich, dass Stichprobenbäume aus dem Kollektiv ausscheiden. Streng systematisch wird dann ein Ersatzbaum ausgewählt. In diesem Jahr mussten 46 Bäume (entspricht 1,5 %) vom Kollektiv der über 60-jährigen Stichprobenbäume ersetzt werden:

- 34 Bäume wurden bei forstlichen Eingriffen entnommen
- 4 Bäume waren geworfen bzw. wiesen einen erheblichen Kronenbruch auf
- 7 Bäume gehörten nicht mehr zur herrschenden Bestandesschicht
- 1 Baum war bereits vor mehreren Jahren abgestorben.

Der Ersatz von Stichprobenbäumen hat fast keinen Einfluss auf das Ergebnis der Waldzustandserhebung für größere Auswerteeinheiten (Baumart, Wuchsgebiet).

Abb. 15: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) von 1991 bis 2001



Schäden an den Hauptbaumarten

Fichte

Kronenzustand

Die Gemeine Fichte dominiert mit einem Anteil an der Waldfläche von 42,6 % in den sächsischen Wäldern. Besonders in den Mittelgebirgsregionen ist sie prägende Baumart. Die aktuelle Erhebung weist für die Fichte einen Flächenanteil deutlicher Schäden von 13 % aus. Damit hat sich die deutlich geschädigte Fichtenfläche im Vergleich zum Vorjahr um weitere 7 Prozentpunkte verringert. Sie erreicht den niedrigs-

ten Wert im gesamten 11-jährigen Erhebungszeitraum. Schwach geschädigte Fichten haben einen Flächenanteil von 42 % (Zunahme um 3 Prozentpunkte); Fichten ohne sichtbare Schäden von 45 % (Zunahme um 4 Prozentpunkte). Ausgehend von einem hohen Schadniveau Anfang der 90er-Jahre sind 1995 die Schäden bei der Fichte erstmals zurückgegangen. Im Zeitraum von 1996 bis 1998 blieb der Anteil deutlicher Schäden nahezu gleich; er schwankte zwischen 22 und 25 %. 1999 stieg er noch einmal kurzzeitig an und

pegelte sich im Jahr 2000 wieder auf das niedrigere Niveau ein (vgl. Abb. 16). 2001 sank das Schadniveau der Fichte erstmals unter das Mittel aller Baumarten. Die mittlere Kronenverlichtung verringerte sich von 20,8 % (1991) auf 15,3 % (2001). Sowohl bei den älteren, über 60-jährigen Fichten, die im Vergleich zu den jüngeren durch ein höheres Schadniveau gekennzeichnet sind, als auch bei den jüngeren Fichten ist diese Schadabnahme zu verzeichnen.

Abb. 16: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Fichte von 1991 bis 2001

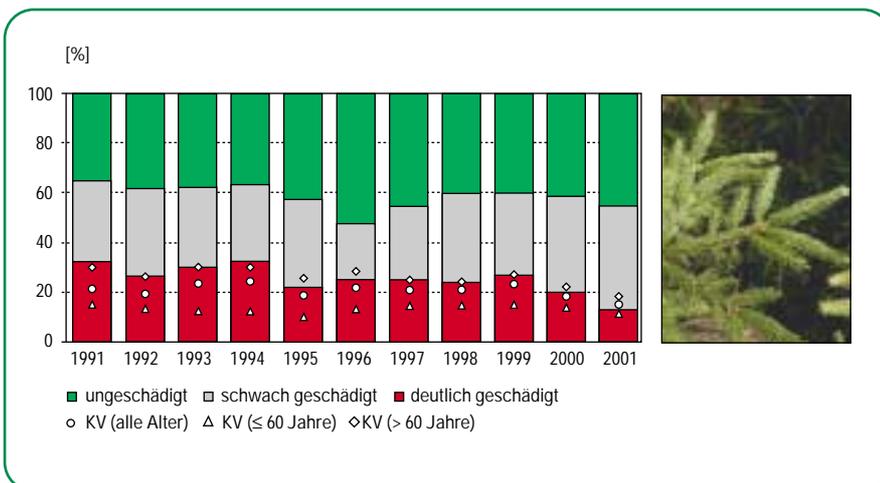
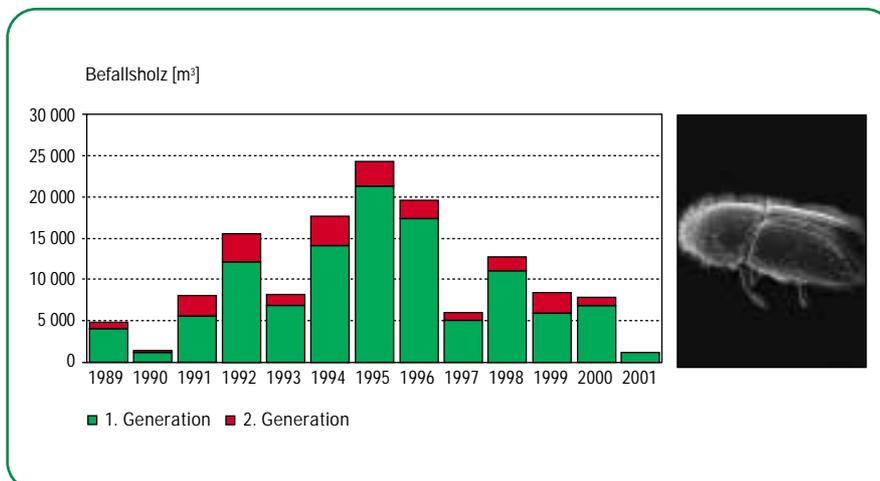


Abb. 17: Durch Buchdrucker befallene Holzmenge von 1989 bis 2001 (Angabe für 2001 ist noch unvollständig, Gesamtbefall wird erst im Winter 2001/02 sichtbar)



Nadelvergilbungen an Fichten gingen 2001 ebenfalls leicht zurück. Dieses Schadenssymptom wurde 2001 an 5 % aller Fichten festgestellt. Bei 1 % der Fichten, an denen Nadelvergilbungen in mittlerer Ausprägung registriert wurden, führte diese zur Eingruppierung in eine höhere Schadstufe. Die Gründe für diese insgesamt positiv zu bewertende Entwicklung sind neben der deutlichen Abnahme der „klassischen“ Luftschadstoffe, wie z. B. SO₂, auch die für das Pflanzenwachstum günstige Witterung in diesem Jahr.

Verglichen mit Jahren stärkerer **Fruktifikation**, wie z. B. 1992 und 1995, war der Zapfenbehang bei der Fichte auch in diesem Jahr selten. 12 % der älteren, über 60-jährigen Fichten, hatten geringen und 2 % mittleren bis starken Zapfenbehang (vgl. Tab. 6, Anlage).

Biotische Schäden

Der Befall durch **Buchdrucker** (*Ips typographus* L.), dem gefährlichsten biotischen Schadfaktor in alten Fichtenbeständen, war in diesem Jahr gering. Die registrierte Menge befallener Bäume nahm im Vergleich zum Vorjahr ab. Per 31.7. belief sich die erfasste Befallsholzmenge auf 41 % des vergleichbaren Vorjahreswertes. Das ist der geringste Wert seit 10 Jahren. Witterungsbedingt setzte der Schwarmflug des Käfers in diesem Frühjahr relativ spät ein. Da auch das Brutraumangebot, wie Bruchholz aus dem Winter und physiologisch

geschwächte Fichten, gering war, konnten offensichtlich nur wenige Buchdrucker eine neue Käfergeneration hervorbringen.

Dadurch blieben trotz der hohen Sommer-temperaturen die Käferdichten auf einem niedrigen Niveau. Der gegenwärtig geringe Befallsholzanzahl wird mit Abb. 17 dokumentiert.

Neben den Witterungsbedingungen und der daraus resultierenden geringen Disposition der Fichtenbestände ist die aktuelle Befalls-situation auch ein Ergebnis der konsequen-ten Anwendung der integrierten Bekämp-fungsstrategie, vor allem der rechtzeitigen Beräumung des Stehendbefalls in den Wäldern aller Eigentumsarten.

Nachdem der **Kupferstecher** (*Pityogenes chalcographus* L.) im Vorjahr besonders in Südostsachsen in Fichtenjungbeständen Stehendbefall verursachte, kam es in die-sem Jahr auch in anderen Gebieten zu Befall. Bei älteren Bäumen führte der Kupferstecher-Befall in den Baumkronen, in Verbindung mit einer Besiedelung durch den Buchdrucker, zum Absterben. Gebiets-weise besiedelte diese oligophage Art auch andere Baumarten, z. B. Weymouthskiefer. Wie sich bereits in den vergangenen Jah-ren abzeichnete, sind die Dichten der im Boden überliegenden Larven der **Fichten-Gespinstblattwespe** (*Cephalcia abietis* L.) im gesamten Verbreitungsgebiet der Art sehr gering. Demzufolge wurden für 2001 kaum Fraßschäden erwartet. Auch in den folgenden Jahren ist nicht mit nennenswer-tem Nadelfraß durch diese Art zu rechnen.

Kiefer

Kronenzustand

Die Gemeine Kiefer ist mit 30,1 % Anteil an der Waldfläche die zweithäufigste Baumart in Sachsen. Sie prägt das Waldbild vor allem in den Wäldern des Tief- und Hügellandes.

Auch 2001 hat die Kiefer das seit 1995 beobachtete, niedrige Schadniveau beibe-halten. Mit einem Anteil deutlicher Schäden von 9 % ist es gegenüber allen anderen Baumarten vergleichsweise gering. Als leicht geschädigt gelten 50 %, als gesund 41 % der Kiefernfläche (vgl. Abb. 18). Im Vergleich zum Vorjahr verschoben sich

Abb. 18: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Kiefer von 1991 bis 2001

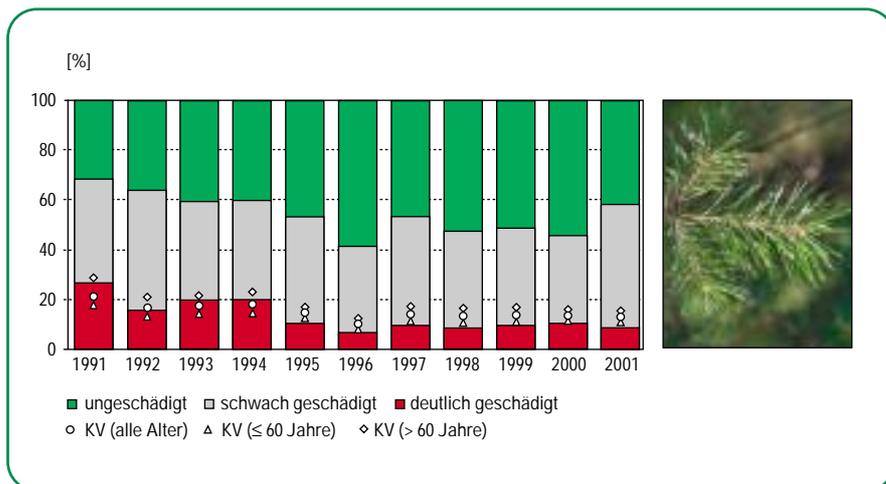


Abb. 19: Eigelege und schlüpfende Eilarve der Forleule



jedoch die Flächenanteile von den gesun-den Bäumen hin zu den schwach geschä-digten, was in der mittleren Kronenverlichtung zum Ausdruck kommt. Da sich darin vermutlich kurzzeitige Ereignisse, wie z. B. verstärkte Blühercheinungen und Fruktifi-

kation widerspiegeln, darf dieser Trend derzeit noch nicht überbewertet werden. 2001 **fruktifizierte** wieder ein Großteil der älteren Kiefern. An 61 % wurde geringer, an 20 % mittlerer bis starker Zapfenbehang registriert.

Biotische Schäden

Die Belagsdichten der **Forleule** (*Panolis flammea* Schiff.) stiegen bereits im Winter 1999/00 gebietsweise an, sie haben sich 2000/01 weiter erhöht. Da die Raupen dieser Schmetterlingsart bereits im zeitigen Früh-jahr mit dem Fraß beginnen und dabei zum Teil auch den frischen Maitrieb schädigen, geht von dieser Art ein besonderes Gefähr-dungspotenzial aus.

Im Gegensatz zum Frühjahr 2000, als nur geringe Eidichten festgestellt wurden, wiesen die Überwachungsmaßnahmen in diesem Jahr Eizahlen über den kritischen Werten aus.

Auf 1 035 ha waren Gegenmaßnahmen zur Verhinderung bestandesbedrohender Fraßschäden erforderlich. In angrenzenden Bereichen kam es in der Folgezeit auf 335 ha zu merklichem Fraß.

Für die **Nonne** (*Lymantria monacha* L.) setzte sich der seit 1999/00 mittels Pheromon-fallen (vgl. Abb. 20) beobachtete Anstieg der Populationsdichten nicht fort (vgl. Abb. 21). Das gilt neben den kieferndominierten Gebieten auch für die vorrangig mit Fichten bestockten Flächen. Eine weitergehende

Prognose ist erst anhand zusätzlicher, derzeit noch nicht vorliegender Überwachungsdaten möglich.

Abb. 20: Pheromonbeköderte Variotrapfalle



Abb. 21: Pheromonfallenfänge der Nonne in ausgewählten Forstämtern für die Jahre 1992 bis 2001

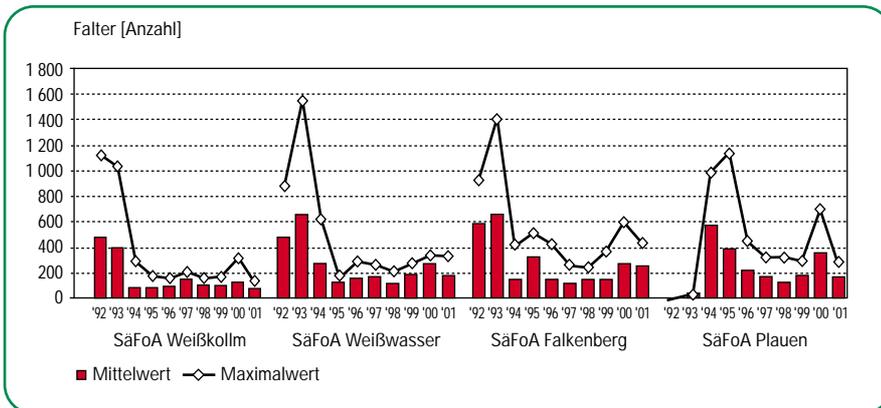


Abb. 22: Gesellig fressende Larven der Rotgelben Kiefern-Buschhornblattwespe



Der Befall durch die **Rotgelbe Kiefern-Buschhornblattwespe** (*Neodiprion sertifer* Geoff.) verursachte auch in diesem Jahr in Kieferndickungen und -jungbeständen Nordostsachsens kleinflächig Schäden. Im Vergleich zu 2000 ging die Befallsfläche jedoch zurück. In einzelnen Beständen deutet sich ein natürlicher Zusammenbruch der Populationen infolge der Infektion mit dem Kernpolyedervirus an.

Die beiden in der Vergangenheit auffälligen Schmetterlingsarten **Kiefernspinner** (*Dendrolimus pini* L.) und **Kiefernspanner** (*Bupalus piniarius* L.), deren Raupen ebenfalls Kiefernnadeln fressen, befinden sich zur Zeit in der Latenz.

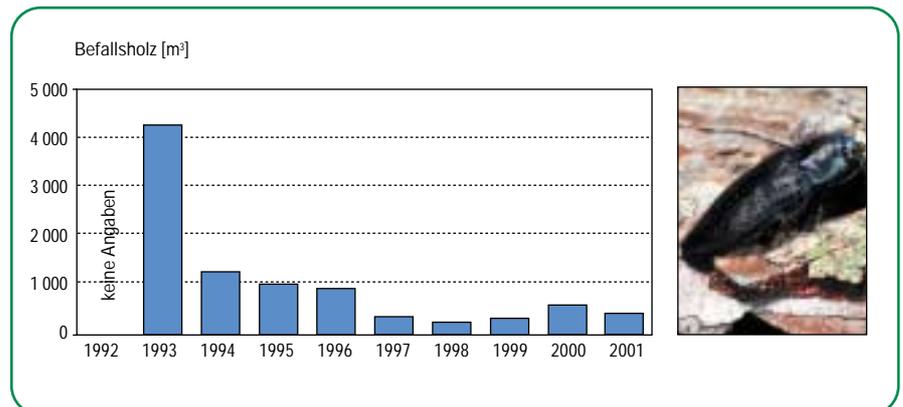
Der bis Juli erkennbare Befall von Kiefern durch Larven des **Blauen Kiefernprachtkäfers** (*Phaenops cyanea* L.) stagniert in diesem Jahr auf einem im Vergleich zur Latenz 1997–1999 geringfügig erhöhten Niveau (vgl. Abb. 23).

Die warm/trockene und damit optimale Witterung im Juli/August, der Hauptschwarmzeit dieses Wärme liebenden Käfers, könnte sich in den nächsten Jahren in einem weiteren Befallsanstieg widerspiegeln.

Stehendbefall an Kiefern durch verschiedene Borkenkäferarten, vor allem durch den **Sechszähligen Kiefernborkekäfer** (*Ips acuminatus* Gyll.), trat auch in diesem Jahr wieder auf. Die befallene Holzmenge verdoppelte sich im Vergleich zum Vorjahr.

Auch in diesem Sommer boten die hohen Temperaturen und die Niederschlagsdefizite mit dem dadurch ausgelöst und die Befallsbereitschaft der Kiefern erhöhenden Wasserstress regional für eine Käferentwicklung günstige Bedingungen. Das einzelbaumweise bzw. kleinflächige Absterben der Kiefern erfolgt meist infolge eines kombinierten Auftretens mehrerer Schaderreger, in erster Linie stamm- und rindenbrütender Käfer, aber auch von Pilzbefall (z. B. *Cenangium ferruginosum* Fr.) an einzelnen Ästen. Diese Entwicklung spiegelt sich aufgrund ihrer Kleinflächigkeit nicht im Kronenzustand der Kiefern wider.

Abb. 23: Durch Prachtkäfer befallene Holzmenge von 1992 bis 2001 (Stand: jeweils 31.07.)



Sonstige Nadelbäume

Kronenzustand

Zur Baumartengruppe der sonstigen Nadelbäume zählt z. B. die Europäische Lärche, die mit einem Anteil von mehr als 50 % in dieser Baumartengruppe vertreten ist. Über die Hälfte (60 %) der begutachteten sonstigen Nadelbäume sind jünger als 20 Jahre. Die Schadstufenentwicklung, aber auch der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung lassen ab 1997 bei dieser Baumartengruppe eine leichte Schadzunahme erkennen.

Von 1996 zu 1997 erhöhte sich der Flächenanteil deutlicher Schäden von 4 auf 10 %, der Flächenanteil schwacher Schäden von 8 auf 32 % (vgl. Abb. 24). Seitdem schwankt insbesondere der Anteil deutlicher Schäden in dieser Größenordnung, 2001 erreicht er 9 %.

Bei der mittleren Kronenverlichtung ist seit 1999 wieder ein leichter Rückgang zu verzeichnen.

Biotische Schäden

Die bereits in der Vergangenheit jährlich zu beobachtenden typischen Schäden durch die **Lärchenminiermotte** (*Coleophera laricella* Hb.) traten in diesem Jahr in deutlich mehr Lärchenbeständen auf (vgl. Abb. 25).

Abb. 26: Stehendbefall durch Lärchenborckenkäfer

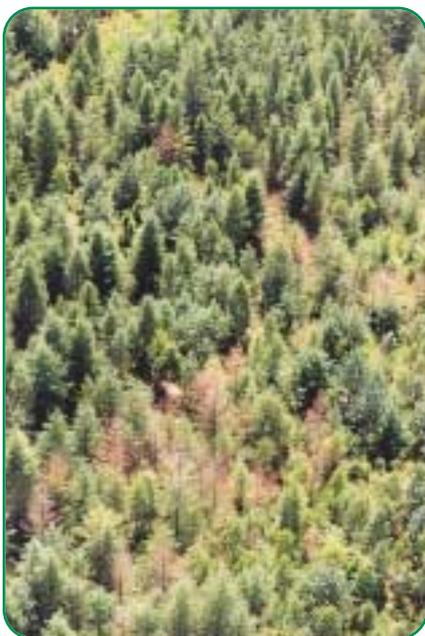


Abb. 24: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Nadelbäume von 1991 bis 2001

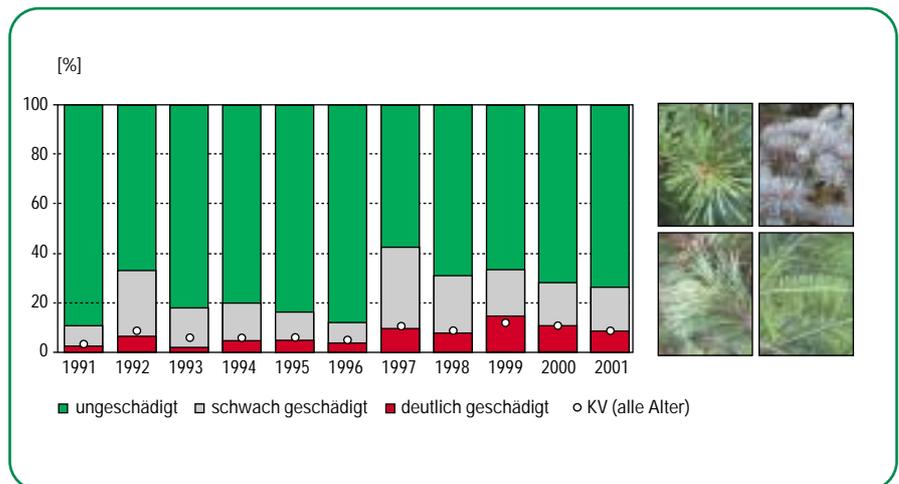
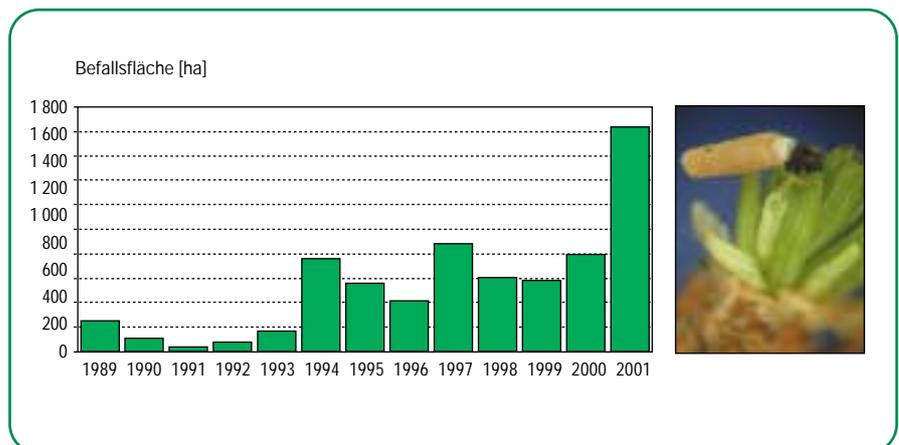


Abb. 25: Befallsflächen [ha] der Lärchenminiermotte 1989 bis 2001



Allerdings ging in den im Vorjahr am stärksten betroffenen Gebieten die Befallsfläche zurück. Eine Ursache für den Anstieg der Befallsfläche in den letzten Jahren liegt darin, dass die in den 80er Jahren verstärkt im Immissionsschadgebiet angepflanzten Lärchen in den befallsgefährdeten Altersbereich einwachsen. Der Befall durch die Lärchenminiermotte wird kurz nach dem Austrieb der Lärchen sichtbar. Die Raupen höhlen die Nadeln aus, infolgedessen „verlieren“ die so geschädigten Bäume ihre grüne Farbe. Im Laufe der Sommermonate regenerieren die Lärchen diesen Nadelverlust wieder.

Ab Juli kam es gebietsweise zum verstärkten Stehendbefall durch den **Lärchenborckenkäfer** (*Ips cembrae* Heer, vgl. Abb. 26). Neben einer räumlichen Bindung an Restholz von vorangegangenen Pflegeeingriffen könnte auch eine Erhöhung der Befallsdisposition nach einem Miniermottenbefall diese Entwicklung beeinflusst haben.

An jungen Weißtannen konnte im Juni/Juli der auffällige Befall mit dem **Weißtannensäulenrost** (*Pucciniastrum epilobii* [Pers.] Otth.) beobachtet werden. Dieser wirtswechselnde Pilz ist zur Vollendung seiner Entwicklung auf das schmalblättrige Weidenröschen angewiesen.

Bei intensivem Befall trat innerhalb von 8 Wochen der Verlust der Nadeln des dies-jährigen Triebes ein (vgl. Abb. 27).

Abb. 27: Nadelverlust infolge einer Infektion mit dem Weißtannen-Säulenrost



An älteren Weißtannen wurde vereinzelt ein Stamm- bzw. Astbefall mit **Tannen-triebläusen** (*Dreyfusia merkeri* Eichhorn) festgestellt. Das Auftreten von Läusen der Gattung *Dreyfusia* ist im Gegensatz zu dem in der Vergangenheit häufig beobachteten Nadelbefall durch Läuse der Art *Mindarus abietinum* Kch. als gefährlich einzustufen, weil er früher oder später zur Wipfeldürre führt.

Präsent, auch außerhalb des Waldes, war in diesem Jahr wieder der **Weymouthskiefernblasenrost** (*Cronartium ribicola* J. C. Fischer).

Eiche

Kronenzustand

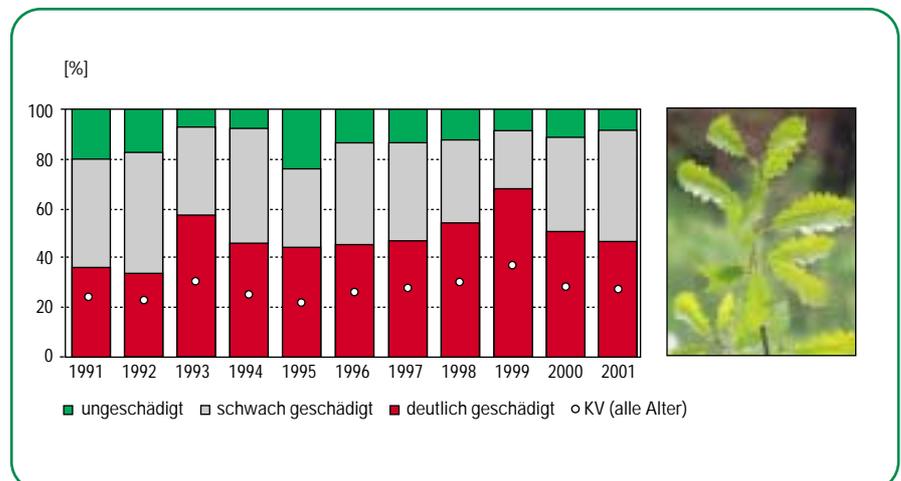
Die Stiel- und Traubeneiche nehmen in den sächsischen Wäldern einen Flächenanteil von 5,1 % ein.

Seit Beginn der Beobachtungen sind es die Baumarten mit dem am kritischsten zu bewertenden Kronenzustand.

Die Eichen liegen mit einem Flächenanteil von 47 % deutlichen Schäden um 32 Prozentpunkte über dem Befund für alle Baumarten (vgl. Abb. 28). Auf nur noch 9 % der Fläche sind die Eichen gesund. Obwohl die deutlichen Schäden im Vergleich zum Vorjahr erneut abgenommen haben, übertreffen sie noch immer das Niveau zu Beginn der 90er Jahre. Seit 1999, dem Jahr mit dem bisherigen Schadensmaximum, sank der Flächenanteil deutlicher Schäden zunächst um 17 Prozentpunkte (von 1999 zu 2000) und dann nochmals um weitere 4 Prozentpunkte (von 2000 zu 2001).

Wie auch der Verlauf der mittleren Kronenverlichtung veranschaulicht, bewegen sich die Schäden damit wieder auf dem Niveau von Mitte der 90er Jahre. Die erheblich geringere Belastung durch Insektenbefall sowie die günstigen Witterungsbedingungen während der letztjährigen Vegetationsperioden haben sicherlich maßgeblich zur Abnahme der Schäden beigetragen. 2001 trug fast die Hälfte der älteren Eichen **Früchte**.

Abb. 28: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Eiche von 1991 bis 2001



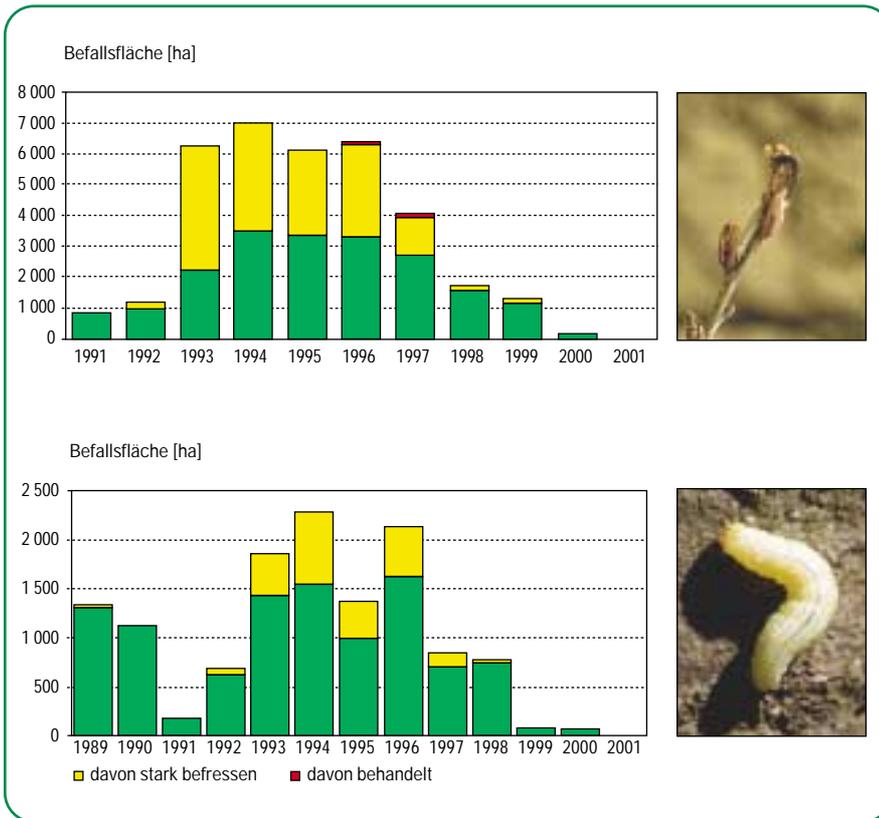
Biotische Schäden

Die Fraßschäden durch **Eichenwickler** (*Tortrix viridana* L.) und **Frostspanner** (*Operophtera spec.*) nahmen in diesem Jahr zum 5. Mal in Folge ab (vgl. Abb. 29).

Da Schäden als solche erst ab einem fraßbedingten Laubverlust von 30 % erfasst werden, wurden für beide Arten bzw. -gruppen fast keine Schadflächen registriert. Damit hat dieser biotische Faktor, der in der Vergangenheit den Belaubungszustand besonders der Eichen wesentlich beeinflusste, das Minimum seit 1989 erreicht. Ursachen für den Rückgang sind neben den weiter reduzierten Populationsdichten auch die Witterungsbedingungen im Frühjahr. Speziell für den Eichenwickler ist die zeitliche Übereinstimmung zwischen Blattaustrieb und dem Schlupf der Eilarven entscheidend für die weitere Entwicklung. Die Witterung im April führte zu einem verzögerten Beginn der Vegetationsentwicklung. Durch die hohen Temperaturen im Mai kam es dann zu einem schnellen Blattaustrieb und damit zu ungünstigen Bedingungen für die Etablierung der Larven.

Geringere fraßbedingte Blattverluste wurden in diesem Jahr auch im Juni, unmittelbar nach dem Fraß an den Eichen der WZE-Probepunkte registriert (vgl. Abb. 30). Mit einer durchschnittlichen Belaubung von 73 % besaßen die Eichen zu diesem Zeitpunkt fast die doppelte Assimilationsfläche

Abb. 29a, b: Befallsflächen [ha] durch Eichenwickler (oben) und Frostspanner (unten) 1989 bis 2001



im Vergleich zu 1996, als ein starker Phyllophagenbefall die Blattmasse auf durchschnittlich 38 % reduziert hatte. Wie bereits in den vergangenen 3 Jahren nahm die Belaubung der Probestämme in den folgenden Wochen bis zur Waldschadensinventur im August ab.

Diese, durch eine Vielzahl von Faktoren bedingte Reduktion fiel in diesem Jahr mit 2 Prozentpunkten geringer aus als in den Vorjahren. Mit einem durchschnittlichen Blattverlust von 29 % im Vergleich zu 32 % im Jahr 2000 (1999: 38 %) setzt sich damit der Trend einer Verbesserung des Belaubungszustandes der Eichen fort.

In einzelnen Eichenbeständen hielt der Befall durch den **Eichenerdfloh** (*Haltica quercetorum* Foud.) an. Durch den Skelettierfraß dieser Blattkäferart bekommen die befallenen Blätter ein pergamentartiges Aussehen (vgl. Abb. 31). Der Umfang der befallenen Fläche deutet auf eine Progradation hin.

Abb. 30: Vergleich der durchschnittlichen Belaubung der Eichen an den WZE-Probepunkten im Juni (nach Fraß) und im August (nach Johannistriebbildung) in den Jahren 1991 bis 2001

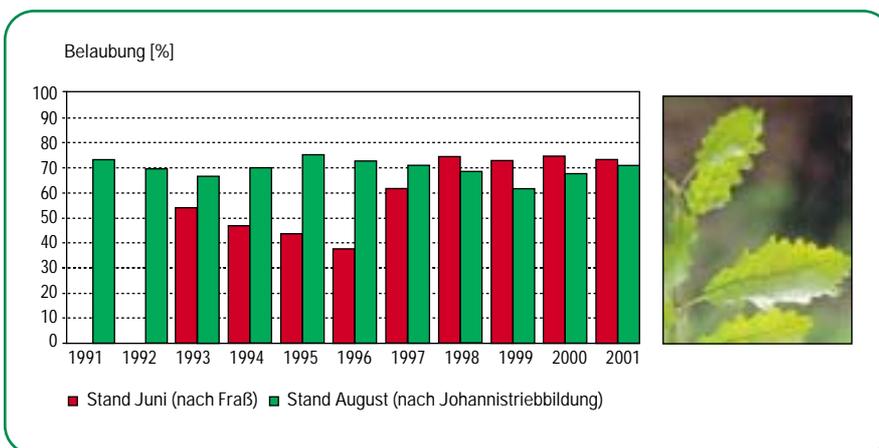
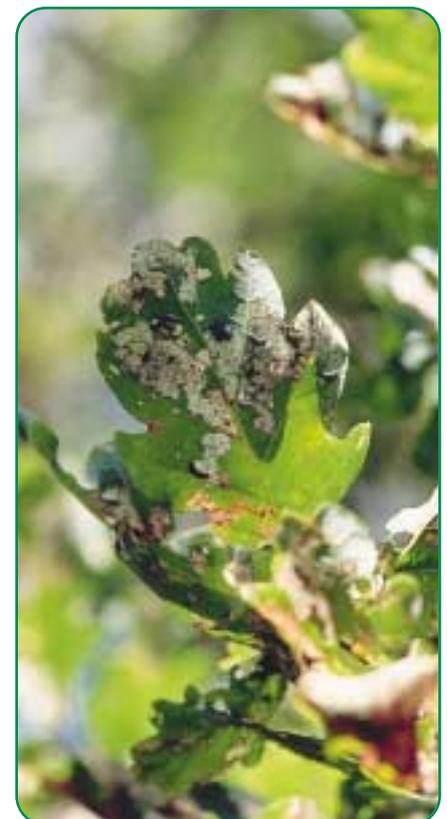


Abb. 31: Eichenerdfloh auf einem befallenen Blatt



Buche

Kronenzustand

Mit 3,1 % nimmt die Rotbuche derzeit noch einen vergleichsweise geringen Anteil an der sächsischen Waldfläche ein und wird dadurch auch seltener von der Waldzustandserhebung erfasst. Die Aussagen zum absoluten Schadniveau der Buche können daher statistisch nicht abgesichert werden. Da jedoch jedes Jahr ein nahezu identisches Kollektiv von Buchen erfasst wird, können Trends aufgezeigt werden.

Abgesehen von einigen kurzzeitigen Erholungsphasen Ende der 90er Jahre hat sich der Kronenzustand der Buche im zurückliegenden 11-Jahres-Zeitraum tendenziell verschlechtert. Die deutlichen Schäden erhöhten sich von 4 % (1991) auf 27 % (2001). Die durchschnittliche Kronenverlichtung stieg von 11,0 auf 21,0 %. Im Vergleich zum Vorjahr erhöhte sich der Flächenanteil deutlicher Schäden um weitere 2 Prozentpunkte, der Flächenanteil gesunder Buchen sank um 9 Prozentpunkte (vgl. Abb. 32).

Abb. 33: Stark verlichtete Buche mit Blattvergilbung (rechts) und mittelstark verlichtete Buche (links)



Abb. 32: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der Buche von 1991 bis 2001

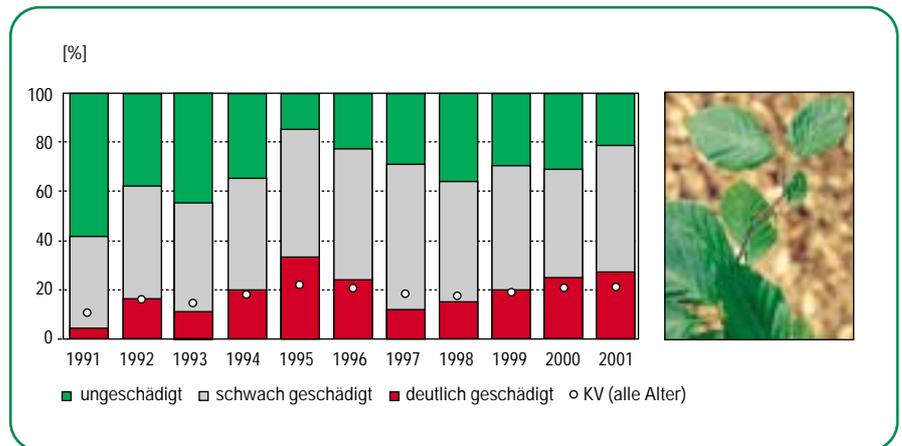
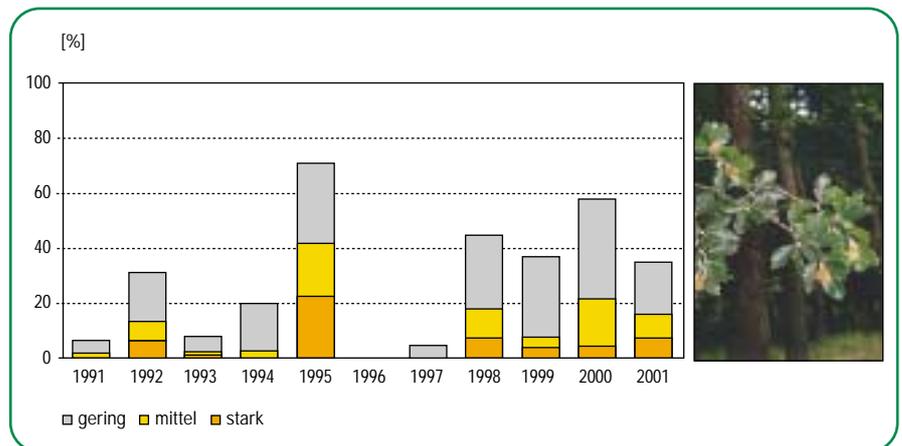


Abb. 34: Fruktifikation der älteren (über 60-jährigen) Buchen von 1991 bis 2001



Offensichtlich forcierten die Witterungsbedingungen des letzten sowie dieses Jahres erneut die Anlage von Blütenknospen und die Fruktifikation der Buchen. Wie in den drei vorangegangenen Jahren trugen auch im Jahr 2001 etwa 1/3 der beobachteten älteren Buchen Früchte (vgl. Abb. 34). Für die Buche ist bekannt, dass mit verstärkter Fruktifikation auch ein erhöhter Verbrauch von Reservestoffen und damit eine höhere physiologische Belastung verbunden ist [10]. Wie nachhaltig die Fruktifikation den Zustand der Buchen beeinträchtigt, hängt auch maßgeblich vom Auftreten weiterer belastender Faktoren im Komplex der neuartigen Waldschäden ab.

Sonstige Laubbäume

Kronenzustand

Der Schädigungsgrad der Baumartengruppe sonstige Laubbäume (Gemeine Birke, Ahornarten, Gemeine Esche, etc.) hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht. In diesem Jahr erreicht der Flächenanteil deutlicher Schäden mit 26 % den höchsten Wert der 11-jährigen Zeitreihe.

Die stetige Schadzunahme wird durch den Verlauf der mittleren Kronenverlichtung unterstrichen (vgl. Abb. 35).

Bei den sonstigen Laubbäumen ist die Birke mit einem Anteil von über 50 % die häufigste Baumart. Damit wird der Schadverlauf in dieser Baumartengruppe durch die Birke wesentlich bestimmt. Insbesondere in den Jahren 1996 und 1997 hatte die Kronenverlichtung bei der Birke markant zugenommen.

Biotische Schäden

Auch in diesem Jahr wiesen verschiedene Laubbaumarten, z. B. Birken, Buchen, Erlen, Kastanien, Ahorn u. a., Schäden in der Krone auf. Diese zeigten sich vor allem durch Blattverfärbungen. Die Ursachen für diese z. T. sehr unspezifischen Symptome sind verschiedenartig und zum Teil noch nicht vollständig geklärt. Neben abiotischen Einflüssen (verzögerter Vegetationsbeginn, gebietsweise Sommertrockenheit) und biotischen Faktoren (insbesondere Insekten) spielen auch deren Kombinationen eine Rolle. Es ist von einem regional- und baumartenspezifischen Ursachenkomplex auszugehen.

Der späte Frosteintritt im Jahr 2000 und der milde Winter führten offensichtlich zu einer geringen Wintermortalität, besonders bei hemimetabolen Insekten (Läuse, Zikaden) und Spinnentieren (Spinn- und Gallmilben). Dadurch konnten sich diese Tiergruppen zeitig und in hohen Ausgangsdichten auf ihren Wirtsbäumen etablieren. Wahrscheinlich wurde bereits der Frühjahrsaustrieb einiger Laubbäume (Birke, Erle) von der hohen Präsenz der genannten Schädlinge begleitet. Regional stellte sich erst während der Sommermonate eine Stabilisierung betroffener Bäume ein.

Abb. 35: Schadstufenverteilung und mittlere Kronenverlichtung (KV) der sonstigen Laubbäume von 1991 bis 2001

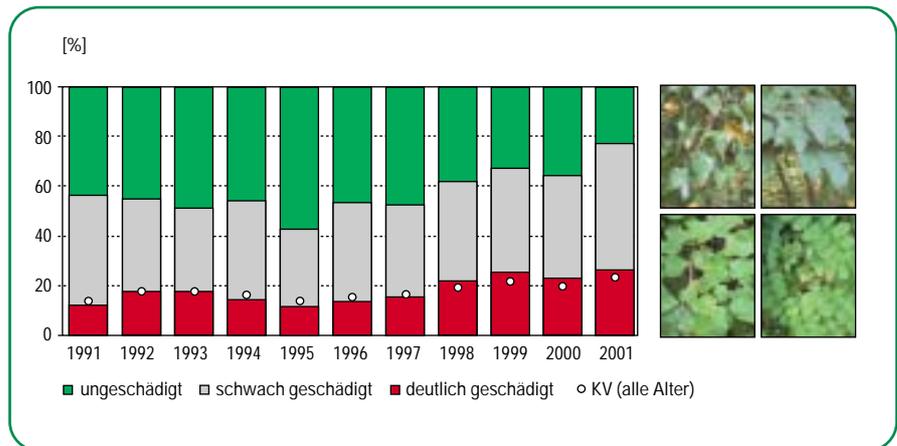


Abb. 36: Gallmilben auf Bergahornblättern



Sehr auffällig, vor allem außerhalb des Waldes, waren in diesem Spätsommer wiederum Schäden, die durch die **Roskastanienminiermotte** (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) verursacht wurden. Aufgrund der Entwicklung mehrerer Generationen in einem Jahr nahm der Befall im Laufe des Sommers zu und führte an Einzelbäumen bzw. Baumgruppen (z. B. in Alleen) zu deutlichen Blattverfärbungen.

Die im Winter 2000/01 aufgetretenen Fraßschäden an Waldverjüngungen mit Laubbaumarten durch Mäuse (besonders **Erd- und Feldmaus** [*Microtus agrestis* L. u. Pal.] sowie **Scherm Maus** [*Arvicola terrestris* L.]) nahmen weiter ab. Gegenwärtig deuten steigende Populationsdichten dieser Kleinsäuger auf eine Trendwende hin.

Regionale Ausprägung der Schäden

Für die Jahre 1991, 1992, 1994, 1997 bis 2001, in denen eine Vollstichprobe im 4 x 4-km-Raster erhoben wurde, besteht die Möglichkeit, Aussagen zum Schadausmaß in größeren Wuchsgebieten (WG) Sachsens zu treffen. Bei Wuchsgebieten, die über das Territorium Sachsens hinausgehen, beziehen sich die Angaben ausschließlich auf den sächsischen Teil. Um auch kleine Wuchsgebiete bzw. Wuchsgebiete mit geringem Waldanteil in die Auswertung einbeziehen zu können, wurden sie, so weit es sinnvoll erschien, in Gruppen zusammengefasst. Für die Wuchsgebiete Sachsen-Anhaltinische-Löss-Ebenen (WG 23), Leipziger-Sandlöss-Ebene (WG 24) und Erzgebirgs-vorland (WG 26) reicht der Stichprobenumfang für eine Auswertung allein mit den sächsischen Daten nicht aus. Die Ergebnisse der Wuchsgebietsauswertung 2001 sind in *Abb. 37 und 38* sowie *Tab. 8 (Anhang)* veranschaulicht. Die in *Abb. 37* integrierten Grafiken zeigen die Entwicklungstrends der Schäden in den Wuchsgebieten. Sie stützen sich auf die Ergebnisse der Vollinventuren. Zu berücksichtigen ist, dass die Ergebnisse für die Wuchsgebiete von der jeweils dort vorherrschenden Baumarten- und Altersklassenverteilung bestimmt werden (*vgl. Tab. 7, Anhang*). Einen Eindruck von der räumlichen Verteilung der Baumarten sowie der Schäden vermittelt zusätzlich die *Abb. 39*. Berücksichtigt wurde die jeweils am Stichprobenpunkt dominierende Hauptbaumart, wenn sie mit mindestens 5 Bäumen vertreten war. Die regionale Auswertung der Waldschäden lässt erhebliche Unterschiede zwischen, z. T. aber auch in den Wuchsgebieten erkennen. Der Flächenanteil deutlicher Schäden variiert von 11 % im Wuchsgebiet Vogtland (WG 44) bis 34 % im Wuchsgebiet Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland (WG 25).

Im **Erzgebirge** (WG 45), dem walddreichsten Wuchsgebiet Sachsens, hat sich in diesem Jahr – zum zweiten Mal in Folge – der Zustand des Waldes spürbar verbessert. Der Flächenanteil deutlicher Schäden hat sich mit 16 % dem Landesdurchschnitt

Abb. 37: Anteil deutlicher Schäden 2001 und Veränderung der mittleren Kronenverlichtung von 1991 bis 2001 in den Wuchsgebieten

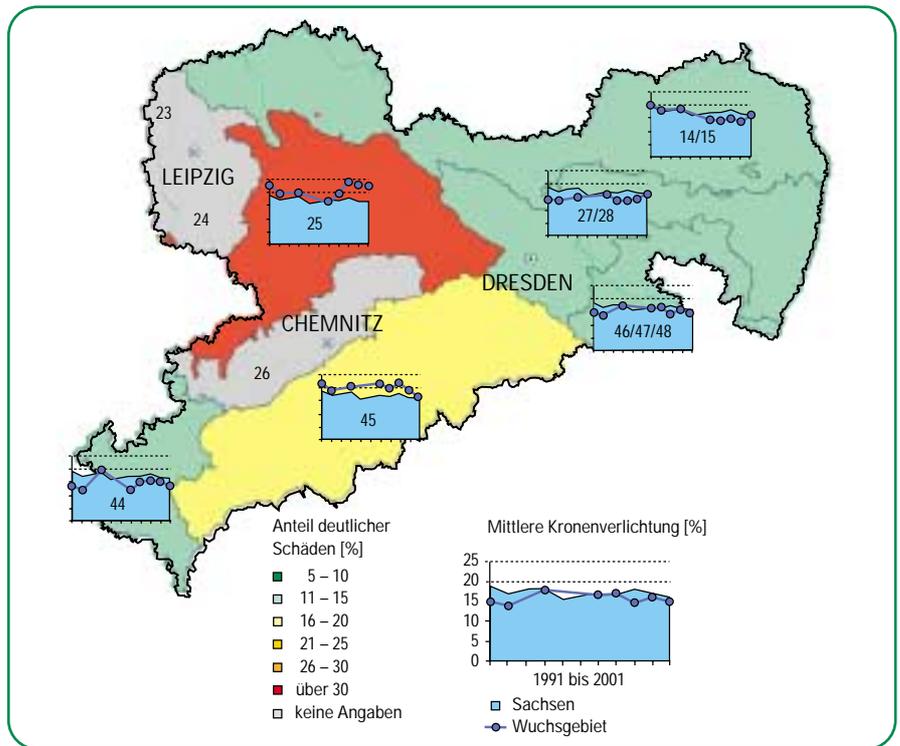
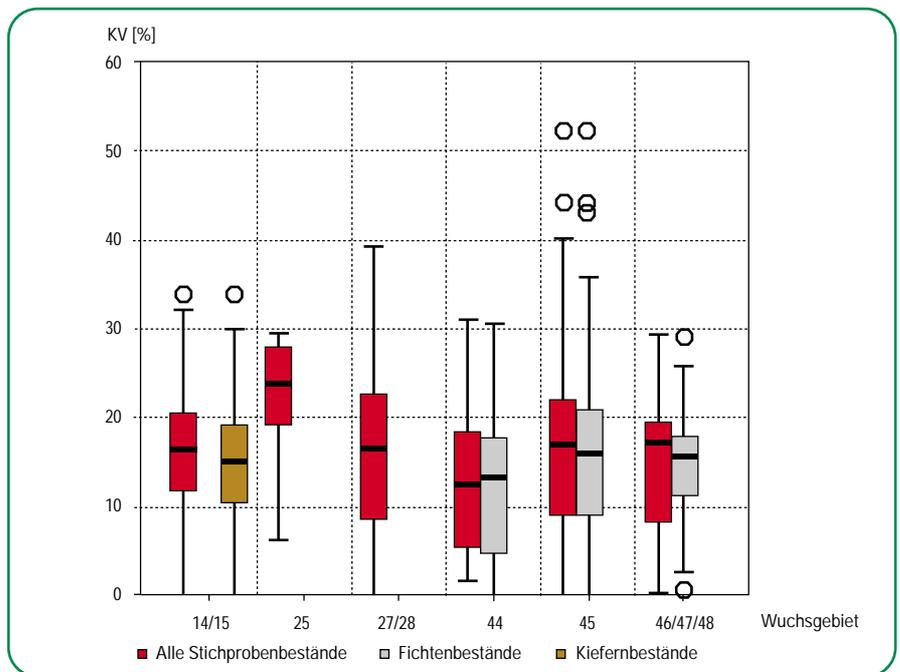


Abb. 38: Mittlere Kronenverlichtung (KV) an den Stichprobenpunkten der Wuchsgebiete im Jahr 2001 (Boxplot: Box umfasst 50 % der Werte, Balken = Median, o = Ausreißer)



- WG 14 – Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland
- WG 15 – Düben-Niederlausitzer Altmoränenland
- WG 23 – Sachsen-Anhaltinische-Löss-Ebenen
- WG 24 – Leipziger-Sandlöss-Ebene
- WG 25 – Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland
- WG 26 – Erzgebirgsvorland
- WG 27 – Westlausitzer Platte und Elbtalzone
- WG 28 – Lausitzer Löss-Hügelland
- WG 44 – Vogtland
- WG 45 – Erzgebirge
- WG 46 – Elbsandsteingebirge
- WG 47 – Oberlausitzer Bergland
- WG 48 – Zittauer Gebirge

angenähert und ist auf den geringsten Wert seit Beginn der Erhebungen gesunken. Die Abb. 38 und Abb. 39 belegen zudem, dass die Schadausprägung innerhalb des Wuchsgebietes Erzgebirge im Vergleich zu den anderen Wuchsgebieten am stärksten differenziert ist. Der Schädigungsgrad einzelner Waldbestände liegt also z. T. weit über bzw. weit unter dem Durchschnittswert für das Wuchsgebiet. Der grenznahe Bereich des mittleren und östlichen Erzgebirges, als Gebiet der „klassischen Rauchschäden“ bekannt, stellt nach wie vor einen Schadschwerpunkt dar. Dennoch kann auch hier eine Verbesserung des Waldzustandes konstatiert werden. Abb. 41 veranschaulicht die Schadentwicklung innerhalb der 1990 ausgewiesenen Immissionsschadzonen, die im wesentlichen Gebiete mit „klassischen Rauchschäden“ unterschiedlicher Intensität abgrenzten. Demzufolge korrelieren die aktuellen Schäden im Erzgebirge zwar noch mit den 1990 ausgewiesenen Immissionsschadzonen, eine Annäherung an ein mittleres Schadniveau ist jedoch unverkennbar. Durch das Schadergebnis im Winter 1995/96, bei dem es infolge hoher Schadstoffkonzentrationen und Witterungsextreme zu akuten Schädigungen in Fichtenbeständen kam, wurde der positive Trend noch einmal unterbrochen. Heute ist nur in den Gebieten mit ehemals katastrophalen Schäden (Immissionsschadzone I extrem) der Kronenzustand der Fichten schlechter als in vormals weniger stark geschädigten Gebieten.

Einen regionalen Schadschwerpunkt Sachsens stellt mehr und mehr das Wuchsgebiet **Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland** (WG 25) dar. Dort ist das Schadniveau inzwischen wesentlich höher als im Erzgebirge und variiert zwischen den Beständen weniger stark. Der Schadrückgang im Zeitraum 1991 bis 1997 kehrte sich ab 1998 ins Gegenteil um. Von 1997 zu 1998 stieg der Flächenanteil deutlicher Schäden auf 27 % und in den Folgejahren auf über 30 % an. Auch im Jahr 2001 bleiben die Schäden mit 34 % auf einem hohem Niveau. Diese Entwicklung ist in erster Linie auf den schlechten Kronenzustand der dort dominierenden Laubbaumarten zurückzuführen.

Abb. 39: Mittlere Kronenverlichtung [%] der Hauptbaumarten an den Stichprobenpunkten im 4 x 4-km-Raster (mindestens 5 Bäume der Hauptbaumart am Stichprobenpunkt)

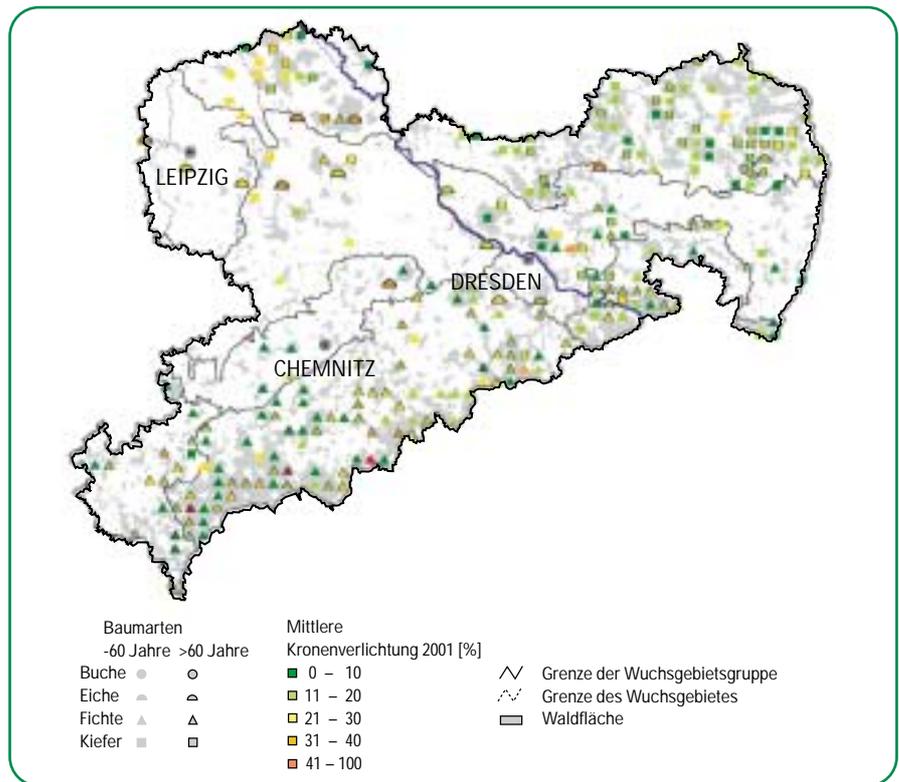
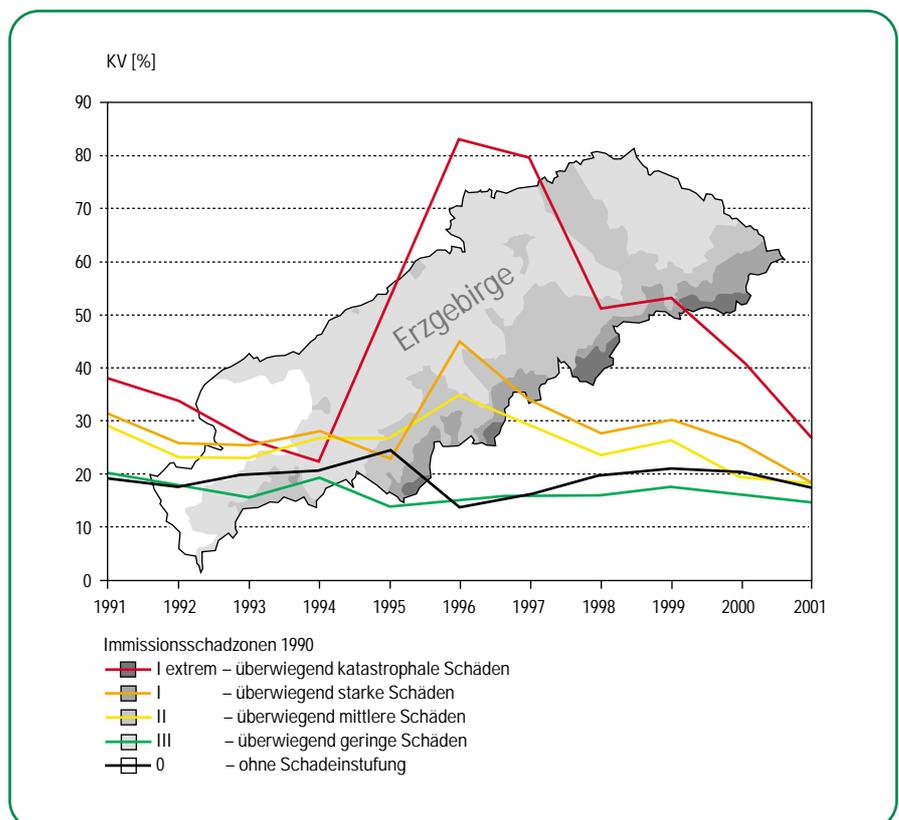


Abb. 41: Mittlere Kronenverlichtung (KV) der Fichte im Erzgebirge von 1991 bis 2001 in den Immissionsschadzonen (Stand: 1990)



Das **Vogtland** (WG 44) liegt mit 11 % deutlichen Schäden unter dem Landesmittel. Das Schadniveau, vor allem der Fichte, hat sich dort in diesem Jahr noch einmal etwas verringert.

In den Wuchsgebieten **Elbsandsteingebirge/Oberlausitzer Bergland/Zittauer Gebirge** (WG 46, 47, 48) zeigen in diesem Jahr die Bäume auf 12 % der Fläche eine deutliche Kronenverlichtung. Dies bedeutet eine Abnahme im Vergleich zum Vorjahr. Der Verlauf der durchschnittlichen Kronenverlichtung weist jedoch keinen eindeutigen Trend auf. Die *Abb. 39* offenbart die Unterschiede zwischen den einzelnen Wuchsgebieten. Ein West-Ost-Gefälle – mit der stärkeren Schadausprägung im Elbsandsteingebirge – ist erkennbar.

Das Schadniveau in den Wuchsgebieten **Westlausitzer Platte und Elbtalzone/Lausitzer Löss-Hügelland** (WG 27, 28) war bislang nur geringen Schwankungen unterworfen. Auch 2001 hat sich der Kronenzustand in

diesen Wuchsgebieten kaum verändert. Die deutlichen Schäden nehmen einen Anteil von 14 % ein und liegen damit im Bereich des Landesmittels.

In den Wuchsgebieten **Mittleres nordost-deutsches Altmoränenland/Düben-Niederlausitzer Altmoränenland** (WG 14, 15) wurden bei der diesjährigen Erhebung 12 % deutliche Schäden diagnostiziert. Dieses Ergebnis liegt im Schwankungsbereich der letzten vier Jahre. Etwas zugenommen hat allerdings der Flächenanteil mit leichten Schäden, was auch im Anstieg der mittleren Kronenverlichtung zum Ausdruck kommt. Das Schadniveau der in diesen Wuchsgebieten dominierenden Kiefern (82 % Anteil an der Bestockung) ist noch etwas geringer als das Wuchsgebietsmittel. Allerdings ist die durchschnittliche Kronenverlichtung in Nordwestsachsen höher als in Nordostsachsen. Die *Abb. 39* veranschaulicht dieses differenzierte Bild innerhalb dieser Wuchsgebiete.

Abb. 40: Blick vom Fichtelberg ins Erzgebirge



10 Jahre Waldumbau in Sachsen

Waldumbau und Waldschadenssanierung sind Langzeitaufgaben zur nachhaltigen Sicherung aller Waldfunktionen auch im Sinne der Behebung von Zivilisationsschäden. Sie führen letztendlich nur zum Erfolg, wenn es nach dem Verursacherprinzip gelingt, Luftschadstoffe und Klimaänderungen in ökologisch verträglichen Grenzen zu halten.

Unter Waldumbau wird in der Forstwirtschaft die planmäßige Veränderung von Forsten verstanden, die sich an der potenziellen natürlichen Vegetation und der Nachhaltigkeit lokal unterschiedlich gewichteter Waldfunktionen orientiert. Forsten sind naturferne, mehr oder weniger instabile Waldökosysteme, die zum Teil auch als Monokulturen bezeichnet werden können. Mit Nadelbaum-Forsten wurden in Sachsen die zu Beginn des 19. Jahrhunderts ausgeplünderten Wälder wieder aufgebaut. Die volkswirtschaftlich benötigten Holzmengen konnten seitdem bereitgestellt werden.

Diese Forsten entsprechen allerdings nicht mehr den heutigen gesellschaftlichen Erfordernissen nach Multifunktionalität (Gleichrangigkeit der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion) des Waldes. Außerdem würde ihre Erhaltung langfristig einen hohen Aufwand erfordern, da dies entgegen ihrer natürlichen Entwicklung geschehen müsste.

Die sächsischen Forsten waren zu Beginn der 90er Jahre – und sind es größtenteils auch heute noch – weit entfernt von naturnahen, stabilen Wäldern. Fichten und Kiefern nehmen drei Viertel der Gesamtwaldfläche ein. Ökologisch handelt es sich außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes um vergleichsweise artenarme und labile Waldökosysteme, die durch Bodenschäden, den auf vielen Standorten nahezu vollständigen Verlust der Weißtanne und den starken Rückgang der Rotbuche beeinträchtigt sind. Bei der Bewertung der nutzbaren Holzsortimente auf dem Holz-

markt fällt die ökonomische Bilanz der sächsischen Wälder ebenfalls nicht positiv aus. Wertvolles starkes Holz ist wenig vorhanden, weil die Forsten bis 1990 in der Regel durch Kahlschläge genutzt wurden, wenn sie ein Alter von ca. 100 Jahren erreicht hatten. Heute wird fast ausschließlich Schwachholz genutzt, welches zu einem großen Teil durch Wild- und alte Bewirtschaftungsschäden beeinträchtigt ist. Die Labilität der Reinbestände zeigte sich in der Vergangenheit immer wieder durch hohen Schadholzanfall infolge von Sturm, Nassschnee, Immissionen, Insekten usw. Die wirtschaftlichen und ökologischen Notwendigkeiten für den Waldumbau waren somit vor zehn Jahren offensichtlich. Der Freistaat Sachsen führt deswegen seit 1992 im Staatswald ein langfristiges Waldumbauprogramm durch. Im Privat- und Körperschaftswald ist durch entsprechende Förderprogramme ebenfalls die Möglichkeit für den Waldumbau gegeben.

Über den Waldumbau sollen in einer zunehmend naturnäheren Waldbewirtschaftung die Naturkräfte bestmöglich genutzt, d. h. für die Waldgestaltung dienstbar gemacht und durch waldbauliche Rationalisierung Kosten gespart werden. Die sächsische Forstverwaltung reiht sich damit in die Bestrebungen vieler anderer Forstbetriebe und -verwaltungen in Deutschland ein, die mit naturnaher Waldbewirtschaftung leistungsfähige und ökologisch stabile Mischwälder anstreben. Neben der langen Tradition der vor 1992 im Kahlschlagverfahren bewirtschafteten Nadelbaum-Forsten kann die sächsische Forstwirtschaft auch auf Erfahrungen aus Perioden naturnäherer Waldwirtschaft in den 20er und 50er Jahren und einer beginnenden ökologischen Ausrichtung der Waldbewirtschaftung seit etwa 1985 zurückgreifen [20, 7].

Abb. 42: Vergraster Fichtenreinbestand



Abb. 43: Sturmschäden in einem Fichtenreinbestand



Das Waldumbauprogramm wird durch wissenschaftliche Versuche der Sächsischen Landesanstalt für Forsten begleitet [9]. Zusätzlich fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung seit 1999 ein Verbundprojekt „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“, an dem die Technische Universität Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften in Tharandt, und die Landesanstalt für Forsten in Graupa beteiligt sind. Dieses Forschungsprojekt wird in Sachsen durch das Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft koordiniert. Wenn im Folgenden über Ziele und Ergebnisse des Waldumbaus berichtet wird, bezieht sich dies vorrangig auf den Staatswald des Freistaates Sachsen (Landeswald). Damit soll Rechenschaft darüber abgelegt werden, wie die Staatsforstverwaltung den Auftrag des Waldgesetzes erfüllt, mit dem Landeswald dem Allgemeinwohl in besonderem Maße zu dienen und ihn vorbildlich so zu bewirtschaften, dass die nachhaltig höchstmögliche Menge wertvollen Holzes bereitgestellt wird (§ 45 SächsWaldG). Der Körperschafts- und Privatwald wird jedoch nicht völlig ausgeklammert.

Ziele und Instrumente des Waldumbaus

Das allgemeine Ziel des Waldumbaus besteht nicht in der Rekonstruktion natürlicher Waldgesellschaften. Ihr Vorbild wird vielmehr waldfunktionsabhängig modifiziert. Deshalb werden die Nadelbaum-Forsten langfristig in stabilere Mischwälder überführt, in denen der Laubbaumanteil

gegenüber den heutigen Waldverhältnissen deutlich erhöht wird, aber auch ein den wirtschaftlichen Erfordernissen und ökologischen Möglichkeiten entsprechender Nadelbaumanteil erhalten bleibt. Dieses allgemeine Waldbau-Ziel wurde mit einer Verwaltungsvorschrift des Umwelt- und Landwirtschaftsministeriums konkretisiert ([3], vgl. *Kasten S. 29*). In diesem Zusammenhang ist auch das seit 1992 angelaufene Programm zur Wiedereinbringung der vom Aussterben bedrohten Weißtanne in die sächsischen Wälder besonders erwähnenswert [6].

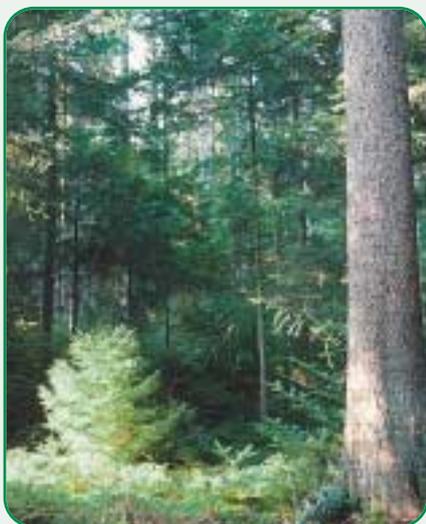
Die Handlungsfelder des Waldumbaus sind die **Waldpflege**, die **Jagd** und die **Waldverjüngung**. Die Waldpflege wird in Form von Durchforstungen jährlich auf ca. 10 % der Landeswaldfläche durchgeführt. Mit künstlichen Verjüngungsmaßnahmen (Pflanzung) wird der Baumartenwechsel bzw. eine Anreicherung mit standortgerechten Baumarten jährlich auf 0,5 bis 0,7 % der Landeswaldfläche angestrebt. Hinzu kommt der allmähliche Aufbau von Naturverjüngungen unter der Voraussetzung walddangepasster Wildbestände und geeigneter Herkünfte. Die Jagd ist damit aktives waldbauliches Handeln. Dadurch sollen überhöhte Schalenwildbestände auf ein walddverträgliches Maß reguliert werden. Steuerungsinstrument des Waldumbaus im Landeswald ist in erster Linie die Forsteinrichtung. Sie besteht aus einer Waldinventur, der 10-jährigen Planung der Waldbewirtschaftungsmaßnahmen und der Kontrolle des Maßnahmevollzuges. Seit 1994 führt die Landesanstalt für Forsten gemeinsam mit den Forstämtern Forsteinrichtungen unter Verwendung eines neuen Verfahrens im öffentlichen Wald durch [5]. Gegenwärtig werden jährlich rund 25 000 ha forsteinrichtungstechnisch bearbeitet. Für eine Übergangszeit bis zur flächendeckenden Bearbeitung durch die Forsteinrichtung erstellten die Forstämter bzw. Forstreviere unter Anleitung der Forstdirektionen für den Zeitraum 1994 bis 2003 eine mittelfristige ökologische Waldentwicklungsplanung [21]. Somit liegt ein umfassender flächenkonkreter Plan des Waldumbaus vor, der periodisch aktualisiert wird. Ökologische Waldentwicklungsplanung

Auszug aus den Waldbaugrundsätzen für den Landeswald

1. Ausrichtung der Waldpflege auf die Erziehung zuwachsstarker, stabiler, qualitativ hochwertiger Bäume (Auslesedurchforstung)
2. Anpassung der Schalenwildbestände auf ein waldverträgliches Maß mit dem Ziel, die Hauptbaumarten der natürlichen Waldgesellschaften i. d. R. ohne besonderen Schutz zu verjüngen
3. weitgehender Verzicht auf Kahlschläge und zunehmender Anteil Naturverjüngung
4. besondere Beteiligung der Baumarten der natürlichen Waldgesellschaften bei kleinflächigen Pflanzungen unter Schirm im Rahmen langfristiger Verjüngungsverfahren
5. Waldschadenssanierung und hinhaltende Bewirtschaftung geschädigter Wälder, um Möglichkeiten des Voranbaus und der Sukzession nutzen zu können
6. vorbeugender Waldschutz sowie Biotop- und Artenschutz
7. boden- und bestandesschonender Technikeinsatz

Quelle: VwV Waldbaugrundsätze des SMUL 1999

Abb. 44: Naturnaher Fichten-Buchenmischbestand



und Forsteinrichtung hatten einen großen Anteil daran, dass das Waldumbauprogramm in der Praxis angenommen wurde und mit der Realisierung begonnen werden konnte.

Der Fortschritt des Waldumbaus wird anhand des in der Kosten- und Leistungsrechnung des Staatsforstbetriebes enthaltenen jährlichen Naturalvollzuges im Vergleich zur mittelfristigen Planung der Waldbewirtschaftungsmaßnahmen dargestellt und bewertet. Seit dem Jahr 2000 erprobt die Landesforstverwaltung ergänzend ein einheitliches Verfahren zur Qualitätskontrolle der Waldbewirtschaftungsmaßnahmen. Die Jagd wird in den Verwaltungsjagdbezirken konsequent zielorientiert gesteuert. Die Forstdirektionen haben mit den Forstämtern für einen 3-Jahres-Zeitraum Zielvereinbarungen abgeschlossen. Sie enthalten Grenzwerte für tolerierbare Wildschäden, Kostenlimits für Wildschadensverhütungsmaßnahmen und weitere quantifizierte Kennziffern. Im Rahmen forstlicher Gutachten werden im 3-Jahres-Turnus Verbiss- und Schältschäden in Forstkulturen und Jungbeständen mit einer Stichprobeninventur objektiv festgestellt [14]. Ergänzend dazu führte die Forstverwaltung ein modifiziertes Kontrollzaunverfahren zur objektiven Ermittlung der Naturverjüngungspotenziale und des Wildeinflusses außerhalb von Forstkulturen ein.

Die hier aufgezählten Instrumente sind integrierte Bestandteile des schrittweise in der Einführung befindlichen neuen Steuerungsmodells des sächsischen Staatsforstbetriebes [19].

Ergebnisse des Waldumbaus

Im Folgenden soll der Stand des Waldumbaus anhand weniger Beispiele aus dem Landeswald dargestellt und bewertet werden. Bis 1991 wurden 90 % der hiebsreifen Altbestände durch Kahl- bzw. Räumungshiebe geerntet. Nur die restlichen 10 % wurden waldschonender mit Femelsaum- oder Schirmhieben bearbeitet. Seit 1992 führen die Forstämter nur noch auf maximal 5 % der Fläche der hiebsreifen Altbestände Kahlhiebe durch. Es handelt sich dabei um besonders labile oder geschädigte Forsten,

in denen das Holz nicht anders sinnvoll genutzt werden kann. Die Umstellung von der Kahlschlagswirtschaft zu schonenderen Holzernteverfahren (Femelhiebe, Schirmhiebe) ist in keinem Bundesland so schnell vollzogen worden wie in Sachsen. Das war ein sehr bedeutsamer Schritt in Richtung naturnaher Waldbewirtschaftung.

Die Jungbestandespflege beinhaltet Durchforstungen in 6 bis 12 m hohen Waldbeständen, die in der Regel ohne Holznutzungen durchgeführt werden. Als Jungdurchforstung wird in der Forstverwaltung die Pflege von 13 bis 20 m hohen Beständen bezeichnet. Das dabei anfallende Holz wird genutzt. Beide Pflegephasen zeichnen sich dadurch aus, dass die verbleibenden Bäume noch gut auf verbesserte Wuchsbedingungen reagieren und damit eine Stabilisierung des Waldes, gegebenenfalls eine Erhöhung des Anteils an Mischbaumarten und eine Lenkung des Zuwachses auf die besten Bäume möglich ist. Die Abb. 45 und 46 zeigen die Flächen der 1994 bis 2000 durchgeführten Jungbestandespflegen und Jungdurchforstungen im Vergleich zur Waldumbauplanung. Während in der Jungbestandespflege kontinuierlich die pflegenotwendigen Waldflächen bearbeitet wurden, zeigt die Jungdurchforstung ein anderes Bild. In den Jahren 1994 bis 1996 und teilweise auch davor waren Pfliegerückstände entstanden, die von 1998 bis 2000, insbesondere durch einen forcierten Einsatz maschineller Holzernteverfahren, aufgeholt wurden. Der Einsatz der Holzernte- und Holzrückemaschinen geschieht i. d. R. sowohl boden- als auch waldpfleglich. Unvermeidbare Fahrspuren, Schäden an Wegen und andere Beschädigungen werden durch die Forstämter nach Abschluss der Arbeiten baldmöglichst beseitigt.

70 bis 75 % der jährlichen Waldverjüngung erfolgt als Voranbau. Darunter ist die Bepflanzung eines Teils einer Waldfläche unter dem Schirm alter Bäume, die noch ausreifen sollen und der Pflanzung Schutz bieten, zu verstehen. Die Abb. 48 zeigt die Entwicklung der Voranbauflächen in den Jahren 1994 bis 2000 im Vergleich zur Waldumbauplanung. Hier zeigt sich, dass in den Jahren 1994 bis 1998 ein Verjüngungsvorlauf entstand.

Abb. 45: Jungbestandespflegefläche im Landeswald im Vergleich zur mittelfristigen Planung

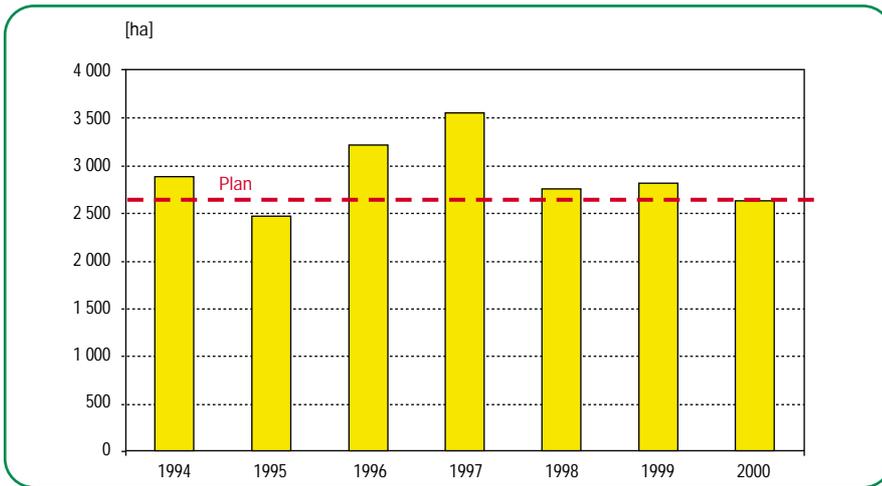


Abb. 46: Jungdurchforstungsfläche im Landeswald im Vergleich zur mittelfristigen Planung

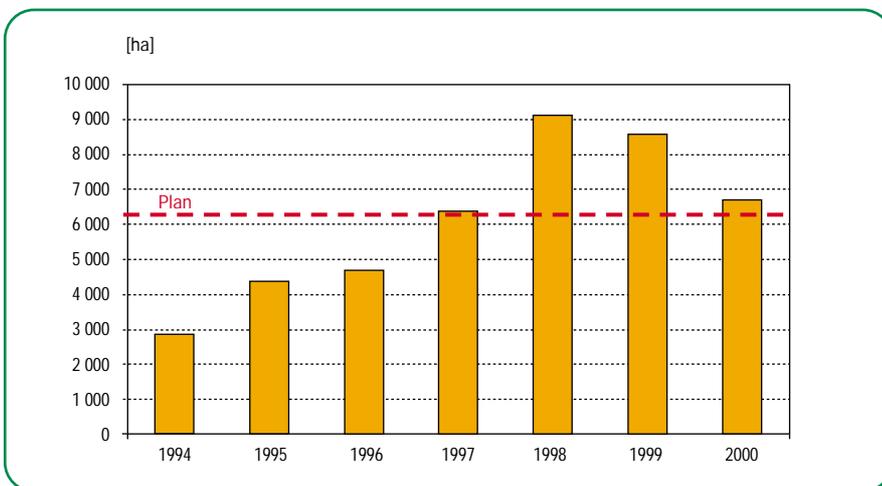


Abb. 47: Buchenvoranbau in einem Fichtenreinbestand



Nach der Beendigung der Kahlschlagwirtschaft und unter Berücksichtigung des damaligen Waldzustandes waren diese Investitionen bis zur Mitte der 90er Jahre erforderlich. Außerdem sind darin unplanmäßige Verjüngungen infolge der im Winter 1995/96 im Erzgebirge entstandenen Waldschäden enthalten. Die Voranbaufläche wird nach 2000 voraussichtlich weiter rückläufig sein, da die Wertleistung der Altbestände ausgenutzt werden soll. Die Abb. 49 zeigt, dass der Anteil der Laubbaumarten bei den jährlichen Pflanzungen im Landeswald überwiegt und von 3/4 (1996) auf 2/3 (2000) leicht zurückging. Den größten Anteil nimmt die Rotbuche ein. Das liegt daran, dass der weitestgrößte Teil des Landeswaldes im Erzgebirge liegt. Dort sind die Fichtenreinbestände überwiegend entweder mit Buche anzureichern und damit langfristig zum Fichten-Bergmischwald zu entwickeln oder zu einem kleineren Teil zu Buchen-Fichten-Wäldern umzubauen.

Dieses Vorgehen steht nicht im Widerspruch zur Tatsache, dass heute mittelalte und alte Buchenbestände in den sächsischen Wäldern überwiegend stark geschädigt sind. Dabei ist zu beachten, dass die Buche, die heute nur einen Flächenanteil von 3,1 % an der Gesamtwaldfläche in Sachsen einnimmt, derzeit häufig in nicht zielgerecht gepflegten Reinbeständen wächst.

In den zurückliegenden Jahren wurden diese Bestände zudem neben der Schadstoffbelastung durch Witterungseinflüsse (Trockenheit, Frost, Wind) und wiederholte Fruktifikation in ihrer Vitalität beeinträchtigt. Eine Regeneration wird zunehmend durch einen Wandel der Schadstoffkomponenten (Schwefel, Stickstoff, Ozon) erschwert.

Die auf größerer Fläche angestrebten naturnahen und stabilen Mischwälder mit Buche sind nicht mit der gegenwärtigen Ausgangslage vergleichbar.

Im Rahmen des Programms zur Wiedereinbringung der Weißtanne wurden in den 90er Jahren im Landeswald jährlich durchschnittlich 90 ha Weißtannen gepflanzt. Es handelt sich dabei wahrscheinlich um das größte Artenschutzprogramm des Freistaates!

Abb. 48: Voranbaufläche im Landeswald im Vergleich zur mittelfristigen Planung

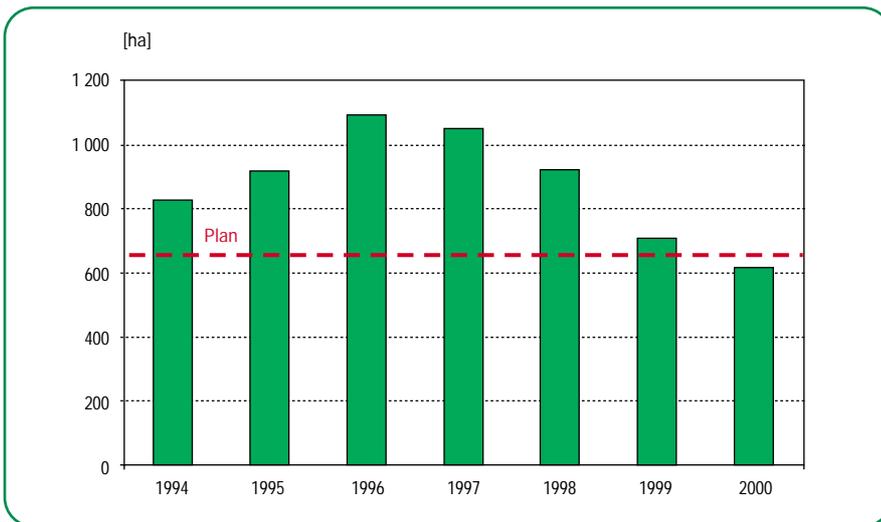


Abb. 49: Anteil der Baumarten am Pflanzenverbrauch im Landeswald

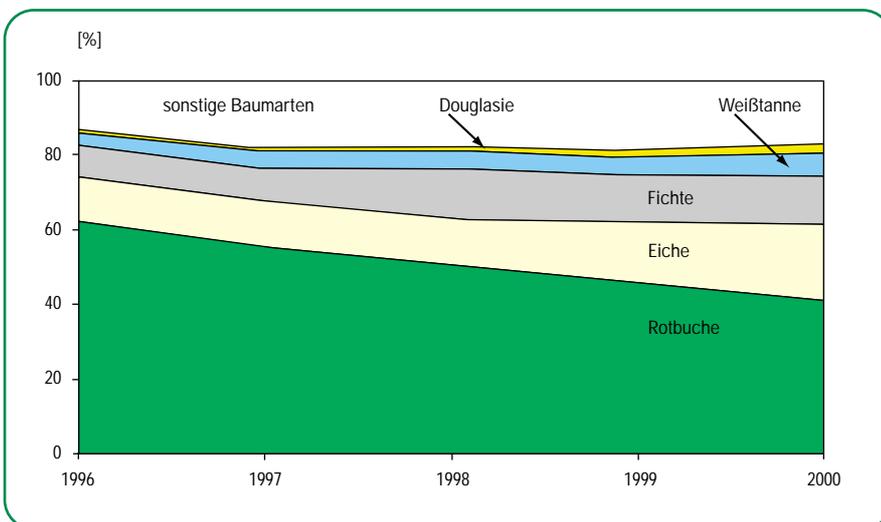
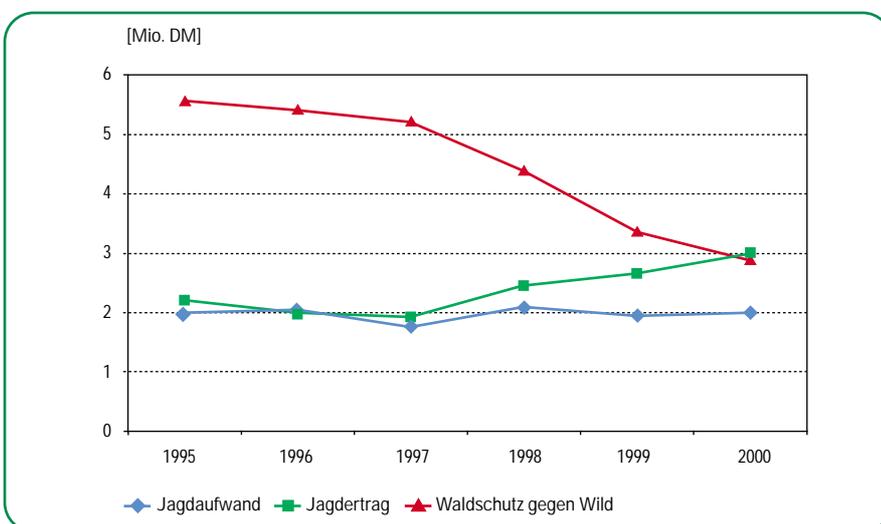


Abb. 50: Vergleich von Jagdaufwand, Jagdertrag und Waldschutzkosten gegen Wild im Landeswald



Wenn es noch weitere 45 Jahre erfolgreich fortgeführt werden könnte, würde die Tanne einen Anteil von 3 % an der Landeswaldfläche erreichen. Die Weißtannenbauten sind jedoch noch lange Zeit durch Wildschäden (Schlag- und Schältschäden) gefährdet. Sie erfordern deshalb die besondere Aufmerksamkeit und Fürsorge der örtlichen Forstleute.

Der Anteil der Stiel- und Traubeneiche an der Waldverjüngung ist noch zu gering. Dies liegt darin begründet, dass in vielen Revieren die Schalenwildbestände noch nicht so weit reguliert sind, dass die Eichen ohne Zaunschut aufwachsen können. Aus der Sicht der Landesforstverwaltung ist es auch wünschenswert, den Anteil der leistungsfähigen Baumart Douglasie an der Waldverjüngung in Mischung mit der Rotbuche und anderen standortsheimischen Baumarten zu erhöhen.

Nachdem die Forstämter Voranbauten bis 1998 eher großflächig anlegten (was weniger den natürlichen Waldstrukturen entspricht), wurden sie danach in weit stärkerem Maße kleinflächig in überwiegend femelartig vorbereiteten, hiebsreifen oder unstandortsgemäßen Beständen ausgeführt (vgl. Abb. 47). Ein Teil der Voranbauten wird zunehmend als so genannter „passiver Voranbau“ in nach Störungen entstandenen Lücken noch nicht hiebsreifer Bestände angelegt. Die kleinflächige Verjüngung ist immer dann möglich, wenn nach erfolgreicher Anpassung der Wildbestände auf Zaunschut verzichtet werden kann.

Abb. 50 verdeutlicht Ergebnisse der Jagd im Landeswald, aus denen sich waldbaulich wichtige Trends ergeben. Es ist zu sehen, dass bei konstanten Jagdkosten (Aufwand) die Jagdeinnahmen (Erträge) seit 1997 durch erhöhten Schalenwildabschuss kontinuierlich ansteigen. Infolgedessen konnten die Wildschutzkosten auf weniger als 3 Mio. DM im Jahr 2000 abgesenkt werden. Die Abnahme ist nur zum Teil durch eine sinkende Verjüngungsfläche im Landeswald begründet (vgl. Abb. 48). Ein wesentlicher Teil der Wildschutzkostensenkung ist darauf zurückzuführen, dass zunehmend verbissempfindliche Baumarten ohne besonderen Schutz verjüngt werden können.

Die Zielvereinbarungen mit den Forstämtern beinhalten eine weitere Senkung der Wildschuttkosten auf rund 1,6 Mio. DM bis 2003. Trotz dieser Erfolge muss jedoch eingeschätzt werden, dass gegenwärtig in vielen Verwaltungsjagdbezirken das Ziel waldverträglicher Wildbestände noch nicht erreicht werden konnte.

Waldschadenssanierung

In Sachsen befindet sich im oberen Erzgebirge bekanntlich das größte zusammenhängende Waldschadensgebiet Deutschlands. Von 1962 bis 1991 sind dort 8 800 ha Fichtenbestände vollständig abgestorben. Nach einer Phase der deutlichen Besserung des Waldzustandes zu Beginn der 90er Jahre entstanden im Winter 1995/96 auf einer Waldfläche von 50 000 ha erneut Schäden durch Stoffeinträge im Zusammenwirken mit Frost. Die sächsische Staatsregierung beschloss daraufhin 1996 ein Sofortprogramm zur Waldschadenssanierung mit einem Finanzvolumen von 60 Mio. DM. Infolgedessen wurden in allen Waldeigentumsarten bis Ende 1998 rund 510 000 m³ Schadholz aufbereitet, 1 080 ha außerplanmäßig aufgeforstet und auf 46 100 ha Bodenschutzkalkungen zur Kompensation der Säureinträge durchgeführt. Obwohl sich der Waldzustand auch im Schadgebiet danach wieder deutlich verbesserte und die befürchtete Massenvermehrung der Borkenkäfer nicht eingetreten ist, sind Waldschadenssanierungsmaßnahmen aufgrund der nach wie vor labilen Wälder und des so genannten „Langzeitgedächtnisses“ der geschädigten Böden weiterhin erforderlich [4]. Als Grundlage dazu betreibt die Landesforstverwaltung ein Waldmonitoring, dessen Ergebnisse regelmäßig in den jährlichen Waldzustandsberichten publiziert werden. Im Zusammenhang mit den Ergebnissen des Luftmessnetzes der Umweltverwaltung zeigt sich, dass sich in den sächsischen Wäldern eine Veränderung der Luftschadstoffe von Schwefelverbindungen, die in der Vergangenheit eine große Rolle spielten, hin zu Stickstoffverbindungen und Ozon vollzieht. Das schließt neuartige Waldschäden nicht aus. Deshalb führt die Forstverwaltung auch weiterhin zur Kompensation von

Abb. 51: Jährliche Kalkungsfläche im Rahmen der Waldschadenssanierung in Sachsen

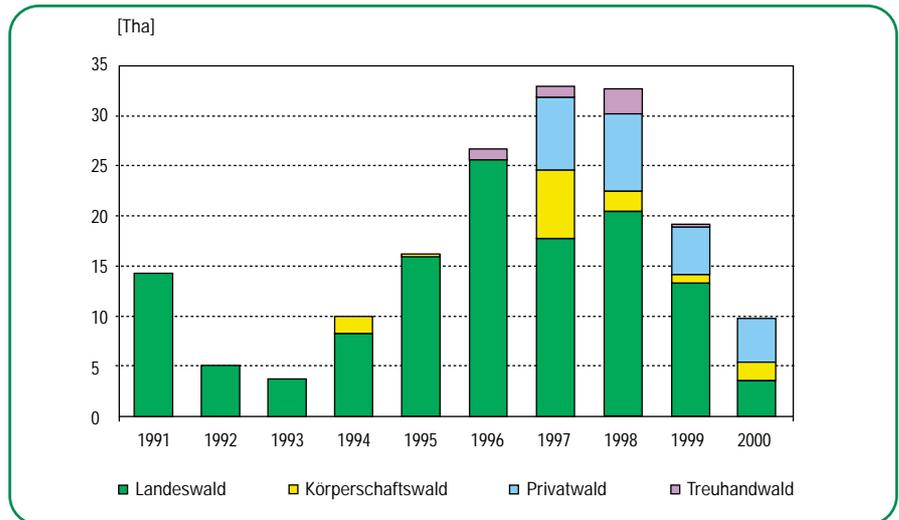
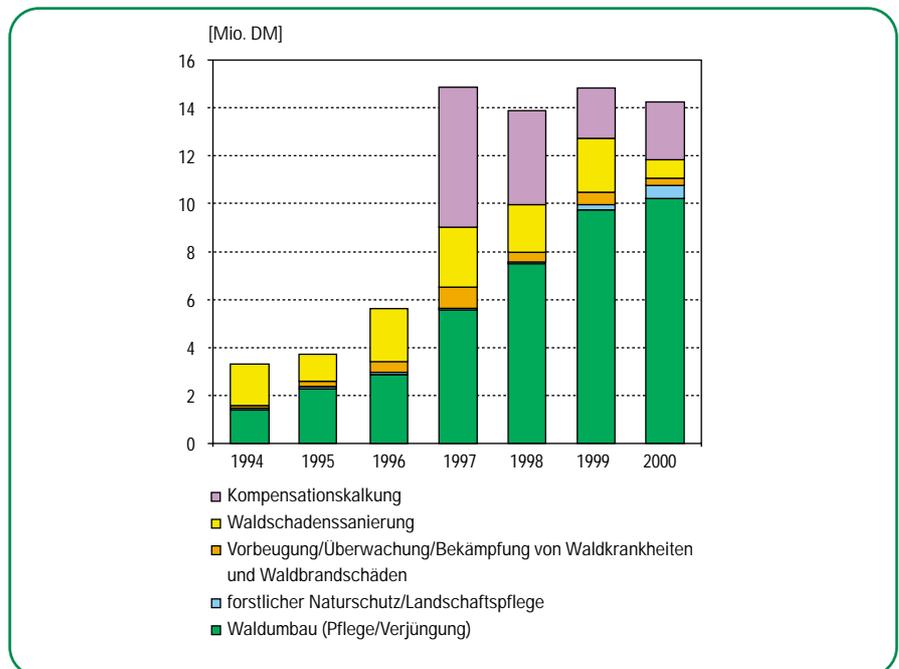


Abb. 52: Fördermittel für den Waldumbau und die Waldschadenssanierung im Privat- und Körperschaftswald



Säureinträgen in die Wälder und zur Stabilisierung der Nährstoffversorgung in den Waldböden Bodenschutzkalkungen durch. Unter wissenschaftlicher Begleitung durch die Landesanstalt für Forsten und nach einer sehr differenzierten Flächenplanung werden 2001 in allen Waldeigentumsarten voraussichtlich 11 000 ha gekalkt. Mit der Realisierung dieser Maßnahmen wird von 1991 bis Ende 2001 voraussichtlich auf 181 000 ha Wald Kalk ausgebracht worden sein (einschließlich Wiederholungskalkungen, vgl. Abb. 51).

Von den bisherigen Waldschäden war in Sachsen überwiegend der Landeswald betroffen. Allerdings sind die Wälder vieler kleiner und mittlerer privater und körperschaftlicher Forstbetriebe im Erzgebirge und insbesondere auch der Kommunalwald im Zittauer Gebirge ebenfalls geschädigt. Die Abb. 52 gibt einen Überblick zu den in den letzten Jahren ausgereichten Fördermitteln zur Waldschadenssanierung und für den Waldumbau im Privat- und Körperschaftswald.

Ausblick

Waldumbau und Waldschadenssanierung werden in Sachsen behutsam und mit wirtschaftlichem Mitteleinsatz als Langzeitaufgabe durchgeführt. Es handelt sich dabei um Zukunftsvorsorge sowohl für die Waldbesitzer als auch für die Allgemeinheit. Bei zu erwartender stärkerer erwerbswirtschaftlicher Ausrichtung öffentlicher Forstbetriebe sind Rationalisierungspotenziale unter Wahrung der Nachhaltigkeit aller Waldfunktionen weiterhin zu erschließen. Unter den heutigen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen führt dabei kein Weg am langfristigen Waldumbau, d. h. an der stärkeren Ausrichtung der Forstbetriebe auf naturnahe Waldbewirtschaftungsmethoden, vorbei. Trotz aller Anstrengungen der Forstverwaltung und der Waldbesitzer beim Waldumbau und der Sanierung geschädigter Wälder sind zukünftig Beeinträchtigungen des Waldzustandes, z. B. durch Stürme und Klimaveränderungen, nicht auszuschließen.

Abb. 53: Naturnaher Laubmischwald mit wertvollen Eichen



Tabellarische Übersichten

Tab. 2: Baumarten- und Altersklassenverteilung der Stichprobenbäume im 4 x 4-km-Raster (entspricht 285 Stichprobenpunkten bzw. 6 840 Bäumen; Angaben in %)

Baumart/ Baumartengruppe	Aktuelle Verteilung	Stichprobe	Altersklasse					
			bis 20	21–40	41–60	61–80	80–100	> 100
Fichte	42,6	44	11	11	23	20	21	14
Kiefer	30,1	31	14	18	27	20	7	14
Sonstige Nadelbäume	5,6	5	60	16	12	5	3	4
Buche	3,1	2	0	13	23	21	3	40
Eiche	5,1	5	4	10	14	13	15	44
Sonstige Laubbäume	13,5	13	21	11	39	14	7	8
Alle Baumarten	100,0	100	15	14	25	18	13	15

Tab. 3: Schadstufenverteilung nach Baumarten/Baumartengruppen (Angaben in %)

Baumart/ Baumarten- gruppe	Fläche [ha]	Schadstufe				
		0	1	2	3 und 4	2 bis 4
		ohne Schad- merkmale	schwach geschädigt	mittelstark geschädigt	stark geschädigt/ abgestorben	deutlich geschädigt
Fichte	204 835	45	42	11	2	13
bis 60 Jahre	93 244	71	25	4	0	4
über 60 Jahre	111 591	23	57	18	2	20
Kiefer	147 047	41	50	9	0	9
bis 60 Jahre	87 129	53	42	5	0	5
über 60 Jahre	59 918	24	61	14	1	15
Sonstige Nadelbäume	22 882	74	17	8	1	9
Nadelbäume	374 764	45	44	10	1	11
Buche ^{*1}	11 406	22	51	27	0	27
Eiche	21 782	9	44	45	2	47
Sonstige Laubbäume	62 048	23	51	25	1	26
Laubbäume	95 236	20	49	30	1	31
Alle Baumarten	470 000 ^{*2}	40	45	14	1	15
bis 60 Jahre	254 789	56	35	8	1	9
über 60 Jahre	215 211	22	57	20	1	21

*1 keine gesicherte Aussage *2 Fläche ohne Nichtholzboden

Tab. 4: Häufigkeit (%) des Auftretens von Nadel-/Blattvergilbungen nach Intensitätsstufen

	Anteil vergilbter Nadeln/Blätter		
	11–25 %	26–60 %	> 60 %
Fichte	4	1	0
Kiefer	1	0	0
Sonstige Nadelbäume	3	1	0
Buche	0	0	0
Eiche	1	0	0
Sonstige Laubbäume	1	0	0
Alle Baumarten	2	1	0

Tab. 5: Häufigkeit (%) des Auftretens von Insekten- und Pilzbefall nach Intensitätsstufen

	Insektenbefall/Pilzbefall		
	gering	mittel	stark
Fichte	1/0	0/0	0/0
Kiefer	0/0	0/0	0/0
Sonstige Nadelbäume	3/0	1/0	0/1
Buche	1/3	0/0	0/0
Eiche	12/1	3/0	0/0
Sonstige Laubbäume	12/0	2/0	0/0
Alle Baumarten	3/0	1/0	0/0

Tab. 6: Häufigkeit (%) von Blüte/Fruktifikation nach Intensitätsstufen

	Blüte bzw. Fruktifikation alle Alter/über 60 Jahre		
	gering	mittel	stark
Fichte	8/12	1/2	0/0
Kiefer	50/60	9/18	1/3
Sonstige Nadelbäume	11/46	2/8	2/3
Buche	24/19	8/8	5/8
Eiche	33/45	2/1	0/1
Sonstige Laubbäume	18/24	9/8	5/3
Alle Baumarten	24/30	5/7	1/1

Tab. 7: Baumartenverteilung der Stichprobe in den Wuchsgebieten (Angaben in %)

Wuchsgebiet	Ges.	-60	> 60	Fichte	Kiefer	sonstige Nadelbäume	Buche	Eiche	sonstige Laubbäume
14* Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland	29	62	38	3	82	0	0	3	12
15* Düben-Niederlausitzer Altmoränenland									
23* Sachsen-Anhaltinische Löss-Ebenen	3	38	62	0	0	4	0	27	69
24* Leipziger Sandlöss-Ebene									
25* Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland	6	50	50	19	19	5	1	15	41
26* Erzgebirgsvorland	2	86	14	68	1	16	1	9	5
27 Westlausitzer Platte und Elbtalzone	10	57	43	26	32	0	6	13	23
28 Lausitzer Löss-Hügelland									
46 Elbsandsteingebirge									
47 Oberlausitzer Bergland	11	59	41	52	16	17	6	1	8
48 Zittauer Gebirge									
44* Vogtland	6	39	61	67	14	4	1	5	9
45 Erzgebirge	33	47	53	84	1	6	3	1	5
Sachsen	100	55	45	44	31	5	2	5	13

Tab. 8: Schadstufenverteilung in den Wuchsgebieten (Angaben in %)

Wuchsgebiet	Baumart/Alter	Schadstufen		
		0	1	2 bis 4
14* Mittleres nordostdeutsches Altmoränenland	Alle	39	49	12
15* Düben-Niederlausitzer Altmoränenland	Kiefer	43	49	8
23* Sachsen-Anhaltinische Löss-Ebenen		keine Aussage möglich		
24* Leipziger Sandlöss-Ebene		keine Aussage möglich		
25* Sächsisch-Thüringisches Löss-Hügelland	Alle	17	49	34
26* Erzgebirgsvorland		keine Aussage möglich		
27 Westlausitzer Platte und Elbtalzone	Alle	43	43	14
28 Lausitzer Löss-Hügelland				
46 Elbsandsteingebirge	Alle	41	47	12
47 Oberlausitzer Bergland	Fichte	40	49	11
48 Zittauer Gebirge				
44* Vogtland	Alle	55	34	11
	Fichte	57	33	10
45 Erzgebirge	Fichte	41	44	15
	bis 60 Jahre	68	27	5
	über 60 Jahre	21	57	22
	Alle	41	43	16
	bis 60 Jahre	64	28	8
	über 60 Jahre	20	56	24
Sachsen		40	45	15

* Wuchsgebiet erstreckt sich über mehrere Bundesländer; betrachtet wird der sächsische Teil

Literaturverzeichnis

- [1] BECKER, R. (2000): Erfassung und Kartierung der ökologischen Belastungsgrenzen – Critical Loads – für Sachsen (Abschlussbericht zum Werkvertrag mit der Fa. ÖKO-DATA, Strausberg)
- [2] BML, BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1990): Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) – Arbeitsanleitung, Bonn
- [3] BUTTER, D. (1998): Waldbauliche Strategie und Stand des Waldumbaus im sächsischen Staatswald. Forst und Holz 53, 20, S. 609–612
- [4] BUTTER, D.; RICHTER, H.-J. (1998): Beurteilung der im Immissions-schadengebiet des oberen Erzgebirges vorhandenen Bestände aus unterschiedlichen Baumarten und weiteres Vorgehen bei der Waldschadenssanierung. Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Forsten, Heft 13, Graupa
- [5] BUTTER, D. (1996): Forsteinrichtung in Sachsen mit neuem Verfahren. Forst-Journal 1, S. 1–2, Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, Dresden
- [6] EISENHAUER, D. R. (2000): Empfehlungen zur Wiedereinbringung der Weißtanne. Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Forsten, Heft 22, Graupa
- [7] GRAF, D. (2000): Sachsen auf dem Wege zu naturgemäßer Waldwirtschaft – ein waldbaugeschichtlicher Rückblick. Broschüre Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft, Landesgruppe Sachsen
- [8] GÜNTHARDT-GOERG, M. S.; McQUATTIE, C. J.; MAURER, S.; FREY, B. (2000): Visible and microscopical injury in leaves of five deciduous tree species related to current critical ozone levels. Env. Poll. 109: 3, 489–500
- [9] HERING, S.; EISENHAUER, D. R.; IRRGANG, S. (1999): Waldumbau auf Tieflands- und Mittelgebirgsstandorten in Sachsen. Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Forsten, Heft 19, Graupa
- [10] HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): Waldzustandsbericht 2000
- [11] LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1999): Jahresbericht zur Immissionssituation 1999
- [12] LORENZ, M.; SEIDLING, W.; MUES, V.; BECHER, G.; FISCHER, R. (2001): Forest Condition in Europe. 2001 Technical Report; UN/ECE, EC, Geneva, Brussels 103 S.
- [13] NAGEL, H.-D.; GREGOR, H.-D. (1999): Ökologische Belastungsgrenzen – Critical Loads & Levels. Springer Verlag Berlin Heidelberg 1999
- [14] OTTO, L.-F.; KÖNIG, J. (2001): Verbisserhebung in Sachsen, Ergebnisse und Ausblick. AFZ–Der Wald 17, S. 915–917.
- [15] PCC, PROGRAMME COORDINATING CENTRE (1998): Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests / Programme Coordinating Centre (PCC). 4th Edition, Losebl.-Ausg. – Hamburg: 1998
- [16] RABEN, G., ANDREAE, H., KARST, H., SYMOSSEK, F., LEUBE, F. (2000): Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992–1997). Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Forsten, Heft 18, Graupa
- [17] RABEN, G.; ANDREAE, H.; MEYER-HEISIG (2000): Long-Term Acid Load and its Consequences in Forest Ecosystems of Saxony (Germany). Water, Air and Soil Pollution 122: S. 93–103
- [18] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (1996, 1999, 2000): Waldschadens-/zustandsberichte 1996, 1999 und 2000. Dresden
- [19] SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2001): Modellversuch Budgetierung der Staatswaldbewirtschaftung – zielorientierte Betriebssteuerung in der Forstverwaltung. Broschüre, Dresden
- [20] THOMASIUS, H. (1995): Geschichte, Anliegen und Wege des Waldumbaus in Sachsen. Broschüre Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, Dresden
- [21] WICKEL, A.; BUTTER, D. (1998): Ökologische Waldentwicklungsplanung in Sachsen. AFZ – Der Wald 5, S. 220–222

Impressum

Herausgeber:
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)
Öffentlichkeitsarbeit
01075 Dresden
Tel.: (03 51) · 5 64 68 14, Fax: (03 51) · 5 64 20 74
E-Mail: info@smul.sachsen.de

Redaktion:
Sächsische Landesanstalt für Forsten (LAF)
Bonnewitzer Straße 34 · 01796 Pirna, OT Graupa
Mario Helbig
Telefon: (0 35 01) · 542-0 · Telefax: (0 35 01) · 542-213
E-Mail: laf.graupa@laf.smul.sachsen.de

Autoren:
Dr. Dietrich Butter, Mario Helbig, Dr. Sven Irrgang,
Lutz-Florian Otto, Dr. Gerhard Raben, Arnd Schöndube

Fotos:
Archiv der LAF, Ernst Bäucker
Dr. Madelaine Günthardt-Goerg, Dr. Hannes Lemme

Gesamtgestaltung: Ulrike Wurst
Redaktionsschluss: 30. September 2001

Grafikdesign, Layout, elektronische Bildbearbeitung, Textverarbeitung:
Steiner & Steiner Werbeagentur GmbH Dresden: (03 51) · 4 72 16 80

Auflage: 4 400

Kostenlose Bestelladresse:
Zentraler Broschürenversand der Staatsregierung
Hammerweg 30 · 01127 Dresden
Tel.: (03 51) · 2 10 36 71, Fax: (03 51) · 2 10 36 81
E-Mail: Publikationen@sachsen.de

Internet: <http://www.forsten.sachsen.de/laf>

Gedruckt auf Papier aus 100 % chlorfrei (tcf) gebleichtem Zellstoff.

Verteilerhinweis:
Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist besonders die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme der Herausgeber zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.